



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del Comportamiento Estructural de Una Vivienda de  
Albañilería Confinada Utilizando Unidades de Albañilería  
Fabricadas en Cerro Azul-Cañete**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Macedo Meza, Jean Piere. (ORCID: 0000-0002-7847-7066)

Vega Salas, Enrique Gonzalo. (ORCID: 0000-0001-8085-1320)

**ASESOR:**

Dr. Principe Reyes, Roger Alberto. (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA-PERÚ**

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darnos la inteligencia y la sabiduría de poder cumplir con nuestro propósito, ya que sin él no somos nada, y nos encamina por el buen sendero.

A nuestros padres porque están siempre con nosotros en las buenas y malas apoyándonos, enseñándonos el camino correcto a seguir lleno de valores y principios ya que sin ellos no hubiéramos podido cumplir con nuestros objetivos.

### **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres, por la confianza depositada hacia nosotros y por todo el apoyo que nos han brindado en lo profesional y en lo personal.

A nuestros maestros, por los conocimientos y enseñanzas que nos brindaron en los salones de clase, estamos eternamente agradecidos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página de jurado .....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen... ..	xi
Abstract... ..	xii
I. Introducción... ..	1
II. Marco teórico.....	5
III. Metodología.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	27
3.2. Variables y operacionalización .....	28
3.3. Población, muestra y muestreo .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos .....	33
3.7. Aspectos éticos .....	33
IV. Resultados .....	35
V. Discusión.....	65

VI. Conclusiones.....	67
VII. Recomendaciones.....	70
Referencias .....	72
Anexos	

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Fórmulas para determinar las fuerzas internas en las columnas de confinamiento del primer piso .....	20
Tabla N°2 Matriz de operacionalización de variable .....	30
Tabla N°3 Periodos Naturales: Nuestro periodo designado $T=0.302$ seg .....	38
Tabla N°4 Desplazamiento en X-X.....	40
Tabla N°5 Desplazamiento en Y-Y .....	41
Tabla N°6 Fuerzas cortantes dinámicas en base .....	42
Tabla N°7 Fuerzas cortantes dinámicas en X .....	43
Tabla N°8 Fuerzas cortantes dinámicas en Y .....	44
Tabla N°9 Derivas X-X .....	45
Tabla N°10 Comprobación de derivas inelásticas .....	45
Tabla N°11 Derivas Y-Y .....	46
Tabla N°12 Comprobación de derivas inelásticas .....	47
Tabla N°13 Excentricidad.....	48
Tabla N°14 Rigidez y centro de masa X-X .....	48
Tabla N°15 Rigidez y centro de masa Y-Y .....	49
Tabla N°16 Fuerzas sísmicas en X-X.....	50
Tabla N°17 Fuerzas sísmicas en Y-Y.....	50
Tabla N°18 Muros sísmicos en X-X.....	51
Tabla N°19 Muros sísmicos en Y-Y.....	51
Tabla N°20 Muros pesos sísmicos en X-X .....	52
Tabla N°21 Muros pesos sísmicos en Y-Y .....	52
Tabla N°22 Muros en dirección X.....	55
Tabla N°23 Muros en dirección Y .....	56
Tabla N°24 Cortante sísmico en X .....	56
Tabla N°25 Momento sísmico en X .....	57
Tabla N°26 Cortante sísmico en Y .....	57
Tabla N°27 Momento sísmico en Y .....	58

Tabla N°28 Cortante en muros en X - 1° piso .....	58
Tabla N°29 Cortante en muros en Y - 1° piso .....	59
Tabla N°30 Cortante en muros en X - 2° piso .....	59
Tabla N°31 Cortante en muros en Y - 2° piso .....	59
Tabla N°32 Cortantes en muros en X – 3° piso .....	60
Tabla N°33 Cortante en muros en Y – 3° piso.....	60
Tabla N°34 Control de fisuras de muros X-1° piso .....	60
Tabla N°35 Control de fisuras de muros en Y – 1° piso .....	61
Tabla N°36 Control de fisuras de muros en X - 1° piso .....	61
Tabla N°37 Control de fisuras de muros X-2° piso .....	61
Tabla N°38 Control de fisuras de muros en Y – 2° piso .....	62
Tabla N°39 Control de fisuras de muros X-3° piso .....	62
Tabla N°40 Control de fisuras de muros en Y – 3° piso .....	62
Tabla N°41 Verificación a confinamiento de muros en X - 1° piso .....	63
Tabla N°42 Verificación a confinamiento de muros en Y - 1° piso .....	63
Tabla N°43 Matriz de consistencia	

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°01. Falla de corte por deslizamiento.....	11
Figura N°02. Falla por aplastamiento por compresión diagonal.....	12
Figura N°03. Falla por asentamiento diferencial.....	12
Figura N°04. Carga axial en la albañilería.....	15
Figura N°05. Refuerzo horizontal anclado en columnas del muro.....	16
Figura N°06. Aislamiento de alfeizar y de tabiques discontinuos verticalmente ...	17
Figura N°07. Fuerzas internas en columnas de un muro de albañilería confinada de un solo paño en voladizo.....	19
Figura N°08. Factores que intervienen en las fórmulas de la Tabla 1.....	20
Figura N°09. Detalle de mallas electro soldadas.....	23
Figura N°10 Mallas de polipropileno biaxiales.....	24
Figura N°11. Mallas de polipropileno triaxiales.....	24
Figura N°12. Ubicación de la vivienda unifamiliar .....	36
Figura N°13. Primer modo de vibración.....	38
Figura N°14. Segundo modo de vibración .....	39
Figura N°15. Tercer modo de vibración .....	39
Figura N°16. Cuarto modo de vibración .....	40
Figura N°17. Desplazamiento en X-X .....	41
Figura N°18. Desplazamiento en Y-Y .....	42
Figura N°19. . Fuerzas cortantes dinámicas en X .....	43
Figura N°20. Fuerzas cortantes dinámicas en Y .....	44
Figura N°21. Derivas en X-X .....	46
Figura N°22. Derivas en Y-Y .....	47
Figura N°23. Excentricidad .....	49
Figura N°24. Cortante en el pórtico 3 .....	53
Figura N°25. Cortante en el pórtico 8 .....	53
Figura N°26. Cortante en el pórtico 2 .....	54
Figura N°27. Momento en el pórtico 2 .....	54



Figura N°28. Momento en el pórtico 8 .....	55
Figura N°29. Vista en planta y en 3D .....	64
Figura N°30. Vista en 3D de la vivienda .....	64
Figura N°31. Estadística interrogante N°01	
Figura N°32. Estadística interrogante N°02	
Figura N°33. Estadística interrogante N°03	
Figura N°34. Estadística interrogante N°04	
Figura N°35. Estadística interrogante N°05	
Figura N°36. Estadística interrogante N°06	
Figura N°37. Estadística interrogante N°07	
Figura N°38. Estadística interrogante N°08	
Figura N°39. Estadística interrogante N°09	
Figura N°40. Estadística de ubicación	
Figura N°41. Estadística de número de piso	
Figura N°42. Estadística de conservación de la vivienda	
Figura N°43. Estadística de factores degradantes	
Figura N°44. Estadística de estructuración	
Figura N°45. Ensayo de rebote	
Figura N°46. Rebote obtenido por esclerómetro	
Figura N°47. Replanteo de vivienda	
Figura N°48 Ladrillo empleado en vivienda	
Figura N°49. Plano de arquitectura del 1er piso	
Figura N°50. Plano de arquitectura del 2do y 3er piso	
Figura N°51. Plano de corte A-A	
Figura N°52. Plano de corte B-B	
Figura N°53. Plano de elevación	

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es el de evaluar el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada la cual ha empleado para la construcción de sus muros unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul de la provincia de Cañete del departamento de Lima, para luego realizar las recomendaciones pertinentes a los propietarios sobre alternativas de reforzamiento para su vivienda en el caso de que lo amerite.

El tipo de investigación empleado es cuantitativa-explicativa y el diseño elegido para la presente investigación corresponde a un diseño no experimental, se utilizó una población de diez viviendas de albañilería confinada de más de tres niveles y realizando un muestreo no probabilístico se obtuvo una vivienda como muestra. Los instrumentos empleados fueron la ficha de encuesta, ficha técnica de recopilación de datos y ficha de replanteo de vivienda, además se utilizaron dispositivos y herramientas tales como: esclerómetro y winchas, que ayudaron a determinar algunas propiedades y características de la vivienda y sus componentes, otro instrumento empleado fueron los ensayos de laboratorio de las unidades de albañilería, los datos que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación, se procesaron empleando el software de estructuras Etabs 2016 y también hojas de cálculo de Microsoft Excel con la finalidad de poder corroborar si la edificación pudiera llegar a soportar un sismo severo o si necesita de reforzamiento.

De los resultados se demuestra que, en la edificación existen muros que fallan y debido a ello, es necesario el reforzamiento de los mismos, para lo cual se recomienda el uso de mallas electrosoldadas que cubrirán ambas caras del muro y le proporcionarán mayor capacidad de carga, para evitar daños mayores que puedan ocurrir como consecuencia de un evento sísmico severo.

**Palabras claves:** Albañilería confinada, evaluación estructural, configuración estructural, reforzamiento, vivienda.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to evaluate the structural behavior of a confined masonry, which has used masonry units manufactured in the Cerro Azul district of the Cañete province for the construction of its walls. of the department of Lima, and then make the pertinent recommendations to the owners about reinforcement alternatives for their home, if it is necessary.

The type of investigation used is quantitative-explanatory and the design chosen for the present investigation corresponds to a non-experimental design, a population of ten confined masonry houses of more than three levels was used and by performing a non-probabilistic sampling, a house was obtained as sample. The instruments used were the survey sheet, data collection technical sheet, and housing stakeout sheet, in addition devices and tools were used such as: sclerometer and winches, which helped to determine some properties and characteristics of the home and its components. Another instrument used was the laboratory tests of the masonry units, the data obtained during the development of the research, were processed using the Etabs 2016 structural software and also Microsoft Excel spreadsheets in order to corroborate whether the building could withstand a severe earthquake or if it needs reinforcement.

The results show that, in the building, there are walls that fail and, due to this, it is necessary to reinforce them, for which the use of electrowelded meshes is recommended that will cover both sides of the wall and provide it with a greater load capacity, to avoid major damage that may occur as a consequence of a severe seismic event.

**Keywords:** Confined masonry, structural evaluation, structural configuration, reinforcement, housing.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sistema estructural de albañilería confinada es uno de los más usados en países de Suramérica y Centroamérica, y en el Perú según el último censo realizado por el INEI en el año 2017, más del 68% de las viviendas estas construidas con este sistema estructural.

El sistema estructural de albañilería confinada, se caracteriza por emplear unidades de albañilería sólidas, las cuales en conjunto con elementos verticales y horizontales de confinamiento forman muros portantes los cuales son los encargados de absorber la energía generada ante un evento sísmico.

El ladrillo de arcilla o también conocido como unidad de albañilería, está catalogado como uno de los materiales más empleados en el sector de la construcción en el Perú, según el último censo realizado por el INEI, en la lista de materiales predominantes de viviendas, se encuentra en primer lugar el ladrillo o bloque de cemento con un porcentaje equivalente al 43.7%, seguido de materiales como la piedra, el adobe, la quinchá, entre otros.

En el distrito de Cerro Azul, en la actualidad más del 50% de las viviendas que están construidas, son de material noble, es decir, son viviendas cuya infraestructura está constituida por elementos estructurales de concreto armado como la cimentación, columnas y vigas y unidades de albañilería tales como ladrillos macizos, de techo, pandereta y King Kong 18 huecos, este último empleado en la gran mayoría de casas ya que es el adecuado para formar muros portantes que puedan soportar las cargas del techo, dar rigidez a la estructura de la vivienda y soportar las fuerzas horizontales producto de los sismos.

En los últimos años, el ladrillo King Kong 18 huecos ha adquirido gran protagonismo en el distrito de Cerro Azul, debido al aumento de viviendas en las que se emplean estos ladrillos, en la actualidad las ferreterías del distrito ofrecen una gran variedad de ladrillos King Kong 18 huecos, los cuales son de marcas conocidas y cumplen con estándares de calidad, sin embargo, en el año 2015, se empezó a fabricar por primera vez en el distrito de Cerro Azul ladrillos King Kong 18 huecos hechos a base de caolín y tierra de chacra, dichos ladrillos ingresaron al mercado a mediados

del mismo año y hoy en día están situados entre los ladrillos más utilizados para la conformación de muros portantes de las edificaciones de albañilería confinada en el distrito de Cerro Azul.

La creciente demanda de los ladrillos fabricados en la ladrillera Cerro Azul S.A.C. la cual es la única ladrillera del distrito de Cerro Azul se debe primordialmente al precio del mismo, el cual, en grandes cantidades resulta más económico que los ladrillos de marcas conocidas, sin embargo, la población del distrito de Cerro Azul desconoce cuál es el comportamiento estructural que tienen las viviendas construidas con estas unidades de albañilería, las cuales deben cumplir con los parámetros establecidos en la norma E.030 Diseño sismorresistente y la norma E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por lo tanto, se formula la pregunta general: ¿Cuál es el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul-Cañete?

Por lo tanto, este proyecto se justifica en evaluar y brindar nuestro aporte como futuros ingenieros civiles e investigadores, así mismo determinar el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima y poder corroborar el cumplimiento con relación a los parámetros y requisitos establecidos en las norma E.030 Diseño sismorresistente y la norma E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, así como también saber cuáles son las fallas que tendría la edificación en caso de ocurrir un evento sísmico, el cual es el principal causal del colapso de estructuras, sobre todo de aquellas que fueron construidas con poco o ningún tipo de asesoramiento técnico. Por otro lado, una vez realizada nuestra investigación, se presentará a los propietarios de la muestra evaluada, en caso lo amerite, las recomendaciones para poder reforzar su vivienda y evitar daños mayores a los que podría experimentar de ocurrir un sismo.

La limitación más significativa de esta investigación es el aislamiento social que estamos atravesando en la actualidad como consecuencia de la pandemia ocasionada

por la propagación del virus llamado COVID-19 en nuestro país. Otra limitación es la cantidad reducida de laboratorios que están brindando atención para realizar ensayos de los componentes más importantes de la vivienda.

Se planteó como objetivo general: evaluar el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul- Cañete. Así mismo, realizar las recomendaciones pertinentes a los usuarios para poder reforzar su vivienda.

Como hipótesis general tenemos: el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul- Cañete, incumple con los parámetros establecidos en la norma E030 Diseño sismorresistente y la norma E070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones y presenta fallas por: poca densidad de muros, centro de masa y rigidez, errores constructivos y poco o nulo asesoramiento de parte de un profesional calificado o personal técnico.

## **II. MARCO TEÓRICO**



Durante la búsqueda de información relacionada al presente trabajo de investigación, hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel internacional:

PRADO, Flores (2018) en su tesis que lleva como título “Modelación y análisis no-lineal de albañilería armada chilena utilizando métodos de elementos finitos” Universidad de Chile. Tuvo como objetivo principal calibrar un modelo de material adecuado para la modelación de albañilería armada chilena para realizar modelaciones en FEM, la metodología utilizada por el investigador es descriptiva, experimental. La conclusión principal a la que llegó es que realizar el modelamiento estructural de albañilería resulta compleja debido principalmente al hecho de ser un material anisotrópico. Además, al ser un material heterogéneo, compuesto por unidades de albañilería y mortero, aumentan la complejidad del modelamiento. La elección de un modelo de material por sobre otros, el Rankine Hill anisotropy, recomendado para materiales anisotrópicos como la albañilería permitió simplificar la tarea al solo ser necesario concentrarse en la determinación de los parámetros del material que se distribuye en toda la extensión del elemento estructural, en vez de la elaboración de un micromodelo de albañilería.

ANDINO, Fernando y BEDON, David (2017) en su tesis que lleva como título “Evaluación del comportamiento estructural de viviendas construidas sobre suelos colapsables (turbas) en un área de 13.23 HA en el sector del Garrochal ubicado en el sur del distrito Metropolitano de Quito”. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Tuvo como objetivo principal evaluar los agravios estructurales de las viviendas del sector del Garrochal, el cual se encuentra ubicado en el sur del distrito Metropolitano de Quito, debido primeramente a asentamientos generados por que su cimentación está constituida sobre un suelo de tipo colapsable, la metodología utilizada por el investigador es descriptiva, experimental. La conclusión principal de esta investigación es que de un total de 160 viviendas evaluadas se obtuvo que el 36.3% presenta daños leves y solo el 1.1% daño moderado Para los daños no estructurales se obtuvo en

mayor porcentaje con 54.2% para moderado, 29.9% en daño leve, 5.6% fuerte y menor a 1% para daño severo (0.4%).

Durante la búsqueda de información relacionada al presente trabajo de investigación, hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel nacional:

GALINDO (2016) en su tesis que lleva como título “Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – Concepción” Universidad peruana los andes. El objetivo general del investigador fue descubrir las características físico mecánicas de los ladrillos fabricados en el anexo de Pallian en el distrito de Quilcas, empleados en la construcción de edificaciones de Huancayo y Concepción, la metodología utilizada por el investigador es experimental. La conclusión principal de esta investigación es que en comparación de los ladrillos del distrito de Quilca tienen una resistencia a la compresión más baja que los del anexo de Palian sucediendo que en el primer ladrillo de Quilca emite un sonido metálico el cual es producto de una mala cocción.

CHATA (2018) en su tesis que lleva como título “Evaluación del comportamiento mecánico de unidades de albañilería de arcilla en muros portantes utilizados en la ciudad de Juliaca” Universidad Peruana Unión. Tuvo como objetivo principal la obtención de las propiedades mecánicas de dicho ladrillo obteniendo así su resistencia a la compresión y la resistencia al corte para así poder proceder al modelamiento estructural de dicha edificación con dichas propiedades mencionadas anteriormente. La metodología utilizada por el investigador es descriptiva, experimental. La conclusión primordial de esta investigación se basa en la obtención de los resultados producidos por los ensayos para posteriormente ser plasmados en un programa de cálculo estructural como es el software ETABS arrojando datos tales como la deriva producida por la utilización de diferentes ladrillos siendo la más desfavorable el ladrillo Vocara con una deriva de 0.00198 y el menos desfavorable en Incerpaz con 0.00191 esto asegura que el sistema puede ser reparable de cierto modo.

ORE (2001) en su tesis titulada “Estudio experimental de la variación del área neta en ladrillos de arcilla y su influencia en el comportamiento sismorresistente de muros confinados”. Universidad Nacional de Ingeniería. El objetivo primordial de esta tesis fue determinar la comparación de los ladrillos cuyos porcentajes de vacíos son mayores a los requeridos con el ladrillo standard. La metodología utilizada por el investigador es descriptiva, experimental. La conclusión principal de esta investigación es que la resistencia de la compresión diagonal de la albañilería varía notablemente cuando el mortero penetra los orificios del ladrillo así como también se llegó a que por cada 1% de disminución en el porcentaje de sólidos hay una disminución aproximada de 1.3 kg en cuanto a la resistencia a compresión del ladrillo de igual manera con la resistencia diagonal por cada 1% de disminución en su área de la sección de la unidad disminuye un 0.21 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión diagonal.

Durante la búsqueda de información relacionada al presente trabajo de investigación, hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel local:

PIMENTEL (2016) en su tesis que lleva como título “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de Independencia, Lima”. Universidad Privada del Norte. Tuvo como fundamental objetivo diagnosticar la relación de los factores de la edificación tales como tamaño, diseño estructural, calidad y ubicación de la edificación con respecto a la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo las cuales eran en su mayoría con sistema estructural de albañilería confinada. La metodología utilizada es de carácter descriptiva. Las conclusiones que se llegaron fueron las siguientes: La vulnerabilidad de la edificación no tiene que ver con el área de la edificación y aumenta según el número de niveles, además, aumenta en un 10.45% si no está diseñado estructuralmente y en un 41% cuando la edificación está construida en laderas.

BENIGNO, Erick y GAMARRA, Stiven (2018) en su tesis que lleva como título “Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de

albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho”. Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como primordial fin realizar la evaluación estructural para poder realizar el reforzamiento de la vivienda multifamiliar construida con el sistema de albañilería confinada del Jr. Lausonias, cuadra 4, San Juan de Lurigancho, para lograr esto, emplearon una ficha técnica e inspección a la vivienda en estudio, con la finalidad de adquirir las condiciones estructurales de la vivienda de albañilería confinada. La metodología de esta investigación fue descriptiva no experimental ya que no manipulo ninguna de las variables. La conclusión principal de esta investigación fue que una gran parte de los muros de la vivienda no cumplen con los requisitos mínimos de la norma E. 030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones y es por ello que urge la necesidad de emplear un método de reforzamiento para brindarle mayor capacidad de carga y resistencia a la vivienda.

TACZA, John (2018) en su tesis que lleva como título “Evaluación estructural, propuesta de reforzamiento y viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, ubicadas en el Distrito de Ate en la Ciudad de Lima”. Universidad Nacional Federico Villarreal. Esta tesis tuvo como fundamental objetivo dictaminar la envergadura de la evaluación de viviendas que son autoconstruidas de albañilería confinada en el distrito de Ate del departamento de Lima. El diseño empleado por el investigador fue descriptivo y correlacional, empleando un enfoque cuantitativo y de tipo aplicativo y el método de la investigación empleada fue hipotético y deductivo. La conclusión principal de esta tesis es que el 80% de las viviendas que fueron analizadas mediante diferentes métodos, no llegan a cumplir con el porcentaje adecuado en la densidad de muros, por lo cual estas edificaciones son vulnerables a un derrumbe con solo una frecuencia mínima de sismo.

Posterior a lo ya expresado, se ha procedido con recopilar información, teorías, que ayuden a entender el tema central de la investigación.

La configuración estructural, según Morales (2006) “Es la forma global de una edificación, comprende el tamaño y ubicación de los diferentes componentes

estructurales y no estructurales dentro de la edificación” y además, es la etapa primordial del desarrollo del proyecto de la edificación, ya que es fundamental para el buen comportamiento de la vivienda ante una eventualidad sísmica.

Cruz, (2009) nos dice que “La filosofía principal de la norma E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones consiste en evitar pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad. Mientras una edificación no colapse se habrá cumplido con el propósito del reglamento, para lograr esto se debe ser cuidadoso en elegir el tipo de estructuración, ya que con ello se reducirán daños”.

Los criterios fundamentales para que las viviendas de albañilería confinada tengan un adecuado planteamiento estructural son los siguientes: la simetría en ambos ejes de la vivienda (x e y) y tanto en planta como en altura ayuda a que esta trabaje mejor contra la torsión en caso de sismo, la regularidad, ya que las edificaciones de formas homogéneas simples se comportan positivamente ante los sismos. La irregularidad de una vivienda se da cuando las cargas laterales que resiste una planta son mayores al 130.00% de la que resiste una planta adyacente.

Las estructuras regulares son aquellas que no presentan discontinuidades de forma horizontal ni vertical que sean importantes en su configuración resistente a las cargas laterales.

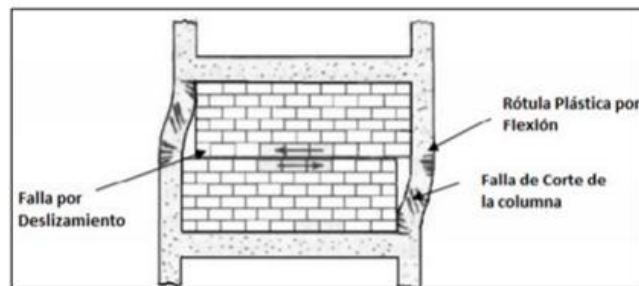
Con respecto a las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada, estas son muy frecuentes en el Perú debido a que resultan ser económicas; sin embargo, estas edificaciones tendrán un perfecto funcionamiento, siempre que se realicen desde la concepción de los planos hasta la construcción a través de un ingeniero civil.

Las viviendas de albañilería confinada se componen principalmente de muros de albañilería, columnetas y vigas de arriostre y soporte, empleando materiales como unidades de albañilería de arcilla, concreto y acero de refuerzo, adicionalmente a esto,

según la norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, las viviendas de albañilería confinada tendrán una altura no mayor a los 5 pisos, que equivale a 15 metros aproximadamente.

El sistema estructural de albañilería confinada, al igual que todos los sistemas existentes presentan fallas ya conocidas, de las cuales destacan la falla por flexión, este modo de falla es común en muros desproporcionales en altura y longitud, se da cuando se generan tracciones considerables en las columnetas del sistema debido a cargas laterales, esto produce que el acero longitudinal de la columna alcance la fluencia y se origina una falla de compresión a causa de la flexión en el talón comprimido del muro.

Otra falla típica en este sistema estructural es la falla por deslizamiento, que es ocasionada por un deslizamiento en toda la longitud de la junta en sentido horizontal del mortero que surge como efecto de la adherencia por corte en esta junta.

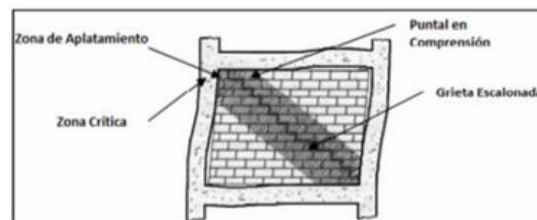


**Figura N°01:** Falla de corte por deslizamiento. (Gallegos, 1989).

Como tercer tipo de falla está la falla por corte, que es ocasionado por las tensiones o también conocidos como esfuerzos de tracción diagonal que se originan en el paño. Esta deficiencia origina una grieta diagonal en forma similar a una escalera siguiendo la junta del mortero, y disminuye la rigidez del muro mas no la capacidad de carga.

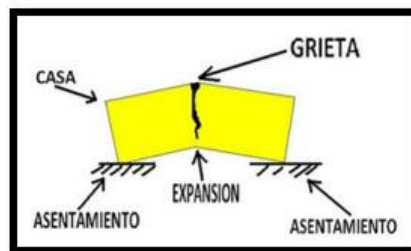
La falla de aplastamiento por compresión diagonal, es producida cuando el paño o muro de albañilería se separa de los elementos verticales y/o horizontales de confinamiento (columnas, vigas), tal y como se muestra en la figura N°02.

Este estado del paño genera grandes tensiones o esfuerzos de compresión en las esquinas del muro, y pueden dar origen a fallas por aplastamiento cuando las unidades de albañilería empleadas son de mala calidad o se usan unidades de albañilería hueca.



**Figura N°02:** Falla por aplastamiento por compresión diagonal. (Gallegos, 1989).

Por último, tenemos la falla por asentamiento diferencial, este tipo de falla aparece cuando en el terreno donde se construirá la vivienda, con la ayuda de un estudio de mecánica de suelos se constata que presenta una baja capacidad portante y la cimentación no ha sido diseñada de manera apropiada, esta falla se caracteriza por que se logra apreciar una grieta en sentido vertical en todo lo alto del muro.



**Figura N°03:** Falla por asentamiento diferencial. (Fuente: internet).

En relación al análisis sísmico de las viviendas de albañilería confinada, deberá contemplar lo establecido en la Norma E.030 Diseño sismorresistente del R.N.E en su versión más reciente, así como también lo establecido en la Norma E.070 de Albañilería.

Los fines que el ingeniero civil busca en el diseño son principalmente que, el comportamiento de la estructura de la edificación sea elástico en el momento en que actúan los sismos de tipo moderados, que la estructura de la edificación en su mayoría de ser posible sea reparable luego de ocurrido un evento sísmico de tipo moderado.

Para que se logren estos fines se necesita que, en cada dirección de la edificación de albañilería confinada, la resistencia total que proporcionan los muros de albañilería sea al menos iguales a la cortante basal (V) y que los elementos estructurales que sirven para confinar (vertical y horizontal) se diseñen para aguantar la carga que se origina cuando se agrietan diagonalmente los muros portantes (VR).

Según la Norma E.070 de Albañilería del R.N.E., el proceso para el diseño contempla etapas de verificación, diseño y análisis, detalladas a continuación.

La verificación de la densidad mínima de muros en la edificación se hace con el propósito de prevenir las fallas frágiles en la estructura de la edificación que surgen por fallas en la resistencia de la edificación a cargas generadas por sismos, para ello es necesario otorgar a cada eje o dirección una cierta cantidad de muros de modo que cumpla la siguiente ecuación:

$$V_e = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

**Ecuación N°01:** Verificación de densidad mínima de muros. (Fuente: RNE).

Donde:

Z, U y S son factores cuyos valores están en el reglamento nacional de edificaciones dependiendo las particularidades del terreno del proyecto.



N representa la cantidad de pisos de la edificación.

L es la longitud del muro.

T es el ancho del muro.

Ap representa al área vista en planta del piso típico.

Posterior a ello, la norma también nos indica que el centro de masa de la edificación tiene mucha importancia durante el diseño de la edificación, ya que de este dependen que sea estable y no pierda su posición de trabajo.

$$X_g = \frac{\sum P_i * y_i}{\sum P_i}$$

**Ecuación N°02:** Centro de gravedad en X. (Fuente: RNE).

$$Y_g = \frac{\sum P_i * x_i}{\sum P_i}$$

**Ecuación N°03:** Centro de gravedad en Y. (Fuente: RNE).

El centro de rigidez, es un punto en la edificación, a través del cual esta se desplaza como un todo, aquí se concentran las rigideces de todos los elementos estructurales. El edificio rota con respecto a este punto.

$$K = \frac{E_m * t}{4 * \frac{(h)^3}{(L)^3} + 3 * \frac{h}{L}}$$

**Ecuación N°04:** Formula de rigidez. (Fuente: San Bartolomé, 1988).

$$X_r = \frac{\sum R_{xi}}{\sum dy}$$

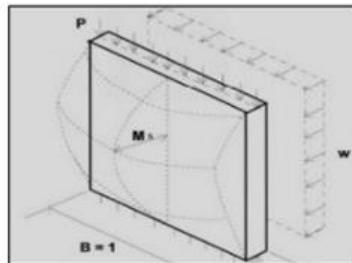
**Ecuación N°05:** Centro de rigidez en X. (Fuente: San Bartolomé, 1988).

$$Y_r = \frac{\sum R_{yi}}{\sum dx}$$

**Ecuación N°06:** Centro de rigidez en Y. (Fuente: San Bartolomé, 1988).

Durante el proceso de diseño para una vivienda con sistema estructural de albañilería confinada, es necesario evaluar la fuerza axial que son producidas por las cargas de gravedad (Pg).

Para esto se debe verificar que el esfuerzo axial  $\sigma = P_g / (L \cdot t)$  que actúa en la edificación, debe ser inferior al 15.00% del valor que representa a la resistencia a compresión axial de los prismas de albañilería ( $f'_m$ ).



**Figura N°04:** Carga axial en la albañilería. (San Bartolomé, 2004).

De darse el caso en que el esfuerzo axial por cargas de gravedad supera el 5.00 % del valor de la resistencia a compresión axial de los prismas de albañilería ( $f'_m$ ), se deberá agregar una cuantía nominal de refuerzo horizontal (0.001), el cual consiste en acero corrugado de forma continua de un diámetro que no debe superar a  $\frac{1}{4}$ ", que

estarán ancladas a las columnas de confinamiento, tal y como se puede apreciar en la figura N°05.



**Figura N°05:** Refuerzo horizontal anclado en columnas del muro. (San Bartolomé, 2004).

Según la norma E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, los sismos moderados son aquellos que producen fuerzas sísmicas equivalentes a la mitad de las que causa un sismo severo; siendo la cortante basal (V) generada por los sismos severos según la norma sísmica peruana.

En el modelamiento estructural de un sistema de albañilería confinada se puede considerar la acción del diafragma rígido siempre en cuando la losa cumpla la relación 1:3 (largo y ancho) en la edificación, los alfeizar de los vanos y tabiques no aislados pueden o no pueden ser considerados en el cual en el mejor de los casos no debería de ser considerados por los motivos que son inestables ya sea por su rigidez como también por el tipo de ladrillo utilizado, considerar que los muros están compuestos por la albañilería y el concreto armado de las columnas de confinamiento, y también se puede tomar como criterio el análisis modelando solo muros de albañilería, ya que se está tomando la situación más desfavorable para la edificación.



**Figura N°06:** Aislamiento de alféizar y de tabiques discontinuos verticalmente. (San Bartolomé, 2004)

Una vez que se determinan las fuerzas internas que producen los sismos moderados, se debe verificar que la cortante ( $V_e$ ) en cada muro portante de albañilería no supere el 55.00% del cortante de agrietamiento diagonal  $V_R$ , con el único fin de que los muros estructurales tengan un comportamiento elástico.

Adicional a esto, con el propósito de que las vigas que conectan de manera coplanar a los muros de albañilería y estas dispersen energía sísmica antes de que se produzca agrietamiento en los muros, se deben diseñar de tal manera que fallen por flexión.

Otro paso importante, es determinar la resistencia al corte ( $V_R$ ), la ecuación N°07 permite estimar la resistencia de los muros portantes al agrietamiento diagonal.

$$V_R = 0.5 \cdot V'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot l$$

**Ecuación N°07:** Resistencia al corte. (Fuente: RNE).

Donde:

$V'_m$  = resistencia de un murete de albañilería sometido a cargas de compresión diagonal.

T= espesor del muro.

L= longitud del muro

$$A= 1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1$$

M<sub>e</sub>= momento flector

V<sub>e</sub>= fuerza cortante

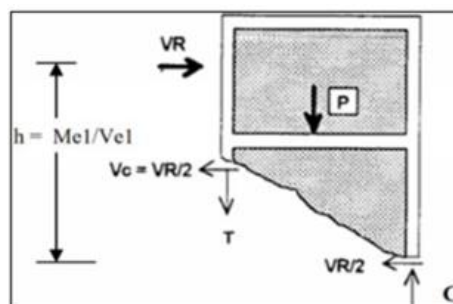
El diseño en edificaciones para sismos severos comprende otras etapas, cuando se obtiene la sumatoria de VR en cada eje principal de la edificación, se debe verificar que esta sumatoria sea mayor a la cortante del sismo severo (V). Esta comprobación es de suma importancia, ya que indica si la cantidad de muros de albañilería que se han planteado para la edificación son los suficientes para que la estructura de la edificación cumpla con el objetivo planteado. De no cumplirse esta condición, se podrá adicionar a la estructura muros de concreto armado que ayuden a rigidizar la edificación o aumentar el espesor y/o la cantidad de muros de albañilería. Si la sumatoria de VR de la edificación excede en tres veces más al cortante basal V, entonces tendremos una edificación que tendrá un comportamiento elástico cuando ocurra un sismo severo y solo requerirá de refuerzos de acero mínimo que sirvan para arriostrar de manera lateral a la albañilería.

La determinación de los factores de amplificación y verificación del agrietamiento diagonal de los muros de albañilería de los pisos superiores al primero, supone que, debido a los efectos del sismo severo, los muros de albañilería del primer piso de la edificación se agrietan de manera diagonal en forma de escalera alcanzando la resistencia al corte (VR1), es debido a esto que las fuerzas elásticas internas de los muros (M<sub>e</sub> y V<sub>e</sub>) se verán amplificadas en la relación VR1/V<sub>e1</sub> y pasarán a tomar los valores de Momento último (M<sub>u</sub>) y cortante último (V<sub>u</sub>) que están relacionados a la falla por corte en la primera planta de la edificación. Estos factores de amplificación deben calcularse en el primer nivel de cada muro de albañilería de la edificación, y no requieren ser mayores a 3. Estos factores de amplificación pueden ser distintos, esto

da a entender una falla progresiva en los muros de albañilería en función a su nivel de resistencia VR.

Si en algún piso de la edificación que sea superior al primero, se obtiene que la fuerza cortante ultima ( $V_u$ ) de ese muro supera a su resistencia al cortante ( $V_R$ ), entonces ese muro en ese piso también se agrietará diagonalmente y sus elementos de confinamiento deberán ser diseñados de manera similar al primer piso de la edificación.

El piso que requiere mayor atención en el análisis y diseño de la edificación es el primero, puesto que está doblegado a las cargas más significativas y generalmente es ahí donde se presentan las fallas por corte. Las columnas presentan fuerzas de tracción ( $T$ ), de compresión ( $C$ ) y cortante ( $V_c$ ); estas fuerzas se pueden evaluar para situaciones sencillas como muros que tienen solo un tramo y en voladizo por equilibrio, tal y como se muestra en la figura N°07. Para el caso de muros que tienen más de un tramo, o que se conectan por vigas de concreto armado o paredes transversales, se usarán las fórmulas de la Tabla N°01 provenientes de análisis mediante modelos analíticos. Estas fórmulas se enfocan en las columnas ubicadas en los extremos del muro, para que funcionen como elementos limitantes que puedan prevenir el deslizamiento del muro de albañilería y aporten resistencia a cargas laterales.



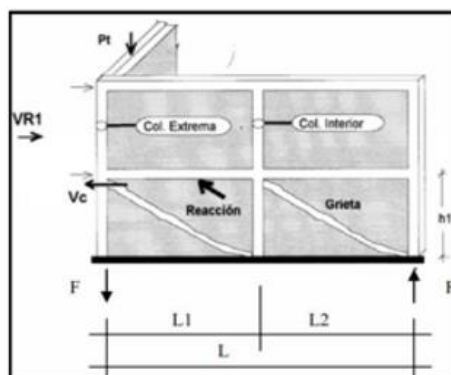
**Figura N°07:** Fuerzas internas en columnas de un muro de albañilería confinada de un solo paño en voladizo. (San Bartolomé, 2004).

**Tabla 1.**

*Fórmulas para determinar las fuerzas internas en las columnas de confinamiento del primer piso.*

COLUMNA	Vc(fuerza cortante)	T(tracción)	C(compresión)
Interior	$VR1 * L_m$ $L * (N_c + 1)$	$VR1 * \frac{h}{L} - P_c$	$P_c - \frac{VR1 * h}{2 * L}$
Extrema	$1.5 * VR1 * L_m$ $L * (N_c + 1)$	$F - P_c$	$P_c + F$

(Fuente: San Bartolomé, 2004)



**Figura N°08:** Factores que intervienen en las fórmulas de la Tabla 1. (San Bartolomé, 2004).

Para el diseño de las columnas de confinamiento se emplearán las fórmulas establecidas en la norma de concreto armado vigente, sin ampliar los valores de  $T$ ,  $C$  o  $V_c$ , pero si considerando los factores de reducción de resistencia ( $\phi$ ). El área de acero de refuerzo vertical se determina realizando el diseño por corte-fricción ( $V_c$ ) y tracción ( $T$ ) combinada, ya que ambos efectos actúan de manera simultánea en la edificación. Es recomendable no emplear menos de 4 varillas de 8 mm de diámetro como refuerzo vertical para columnas de confinamiento, los estribos se diseñan para evitar una posible falla por aplastamiento en el concreto, se recomienda emplear mínimamente estribos de  $\frac{1}{4}$ " distribuidos de la siguiente manera: 1@5 cm, 4@10 cm, R@20 cm (San Bartolomé, 2004).

La zona de confinamiento en columnas en la que se coloquen estribos a corto espaciamiento será el mayor valor entre 1.5 veces el peralte de la columna o 45 cm. Cabe recalcar que los estribos no se diseñan por corte, ya que la albañilería aún segmentada aporta resistencia lateral, además del aporte dado por el refuerzo horizontal en el caso de la albañilería armada, así mismo, los estribos son ineficaces cuando la falla ocurrida en las columnas de confinamiento es por corte – fricción. En cuanto a las vigas soleras que transmiten las cargas sísmicas a los muros de albañilería, se diseñan a tracción ( $T_s = \frac{1}{2} V R_1 L_m / L$ ), añadiendo estribos con un diámetro mínimo de  $\frac{1}{4}$ ". Las vigas soleras no requieren diseño a corte debido a que estas se apoyan en los muros de albañilería.

En los casos que, en los muros de albañilería, el  $V_u$  sea menor al  $V_R$ , la albañilería absorberá la fuerza cortante sin agrietarse de forma diagonal y no requerirá reforzamiento horizontal, además las columnas no necesitarán diseñarse por corte – fricción. Para estas situaciones, bastará con diseñar las columnas externas del muro de albañilería por tracción ( $T$ ) y compresión por aplastamiento ( $C$ ), que son generadas por el momento flector  $M_u = M_e V R_1 / V E_1$ . Las columnas interiores no necesitan de diseño; no obstante, estas deberán ser capaces de funcionar como arriostres verticales de la albañilería ante el accionar sísmico. Así mismo, el espaciamiento máximo entre



las columnas no debe superar el doble de la distancia que existe entre los arriostres horizontales del muro de albañilería.

Entre los tipos de análisis para verificar el comportamiento de las edificaciones tenemos el modal espectral, este tipo de análisis es empleado para obtener todos los modos de vibración de la estructura, los cuales son fructíferos para poder entender su comportamiento estructural ante aceleraciones sísmicas. También es empleado como base de la superposición modal en los casos que se utilizan análisis de espectro de respuesta y tiempo.

Este análisis es de tipo lineal, y se puede basar en la rigidez de una estructura sin sufrir esfuerzos o sobre la rigidez final para los casos de análisis no lineal.

Otro tipo de análisis es el estático, el cual es una manera practica de representar los efectos de los sismos por medio de fuerzas en una estructura. En el análisis estático, se considera que la estructura de la edificación vibrará de una sola forma, y esta forma de vibrar simboliza su movimiento o comportamiento durante la eventualidad sísmica.

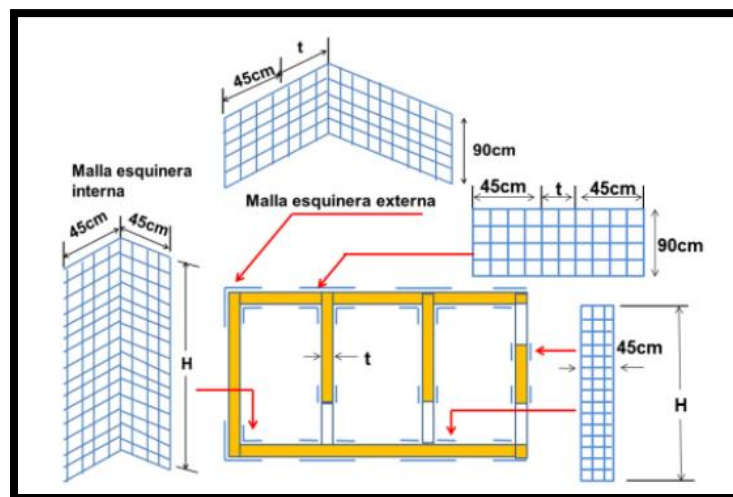
El análisis estático se hace para obtener sin muchas complicaciones la fuerza máxima resultante aplicada a toda la estructura, en otros términos, la cortante basal, posterior a ello, distribuye esta fuerza de manera proporcional al peso y la altura de la edificación, empleado un factor “K” para que esa distribución de fuerza tenga, en lo más próximo, la forma de la deformada de su vibración. Por último, luego de obtener las fuerzas estáticas repartidas en cada piso, lo que sigue es realizar el análisis estructural.

El sistema estructural de albañilería confinada, al sufrir daños, requiere necesariamente de reforzamiento, el cual consiste en mejorar las condiciones de la vivienda y tiene la finalidad de otorgarle una mejor capacidad de carga, para así evitar posibles daños por sismo u otras acciones.

La técnica de mallas electrosoldadas consiste en reforzar las dos caras del muro de albañilería utilizando mallas electrosoldadas en ambos sentidos (vertical y horizontal), las cuales estarán interrelacionadas y también conectadas mediante alambres (conectores) que traspasan el muro mediante perforaciones, posterior a ello se tapa y resana el muro.

En viviendas de un piso no se requiere utilizar esta técnica en la totalidad del área del muro, bastará con instalar la malla en las esquinas, uniones entre muros y la parte superior de los muros.

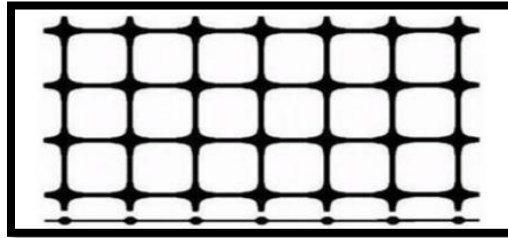
Esta técnica permite conseguir una mayor resistencia en los muros y reduce la falla frágil por corte.



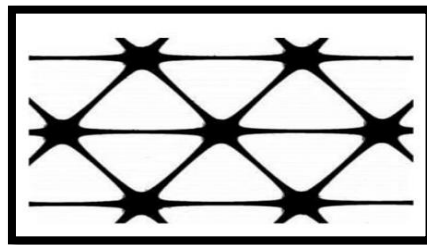
**Figura N°09:** Detalle de mallas electrosoldadas. (San Bartolomé, 2014).

Las mallas estructurales de polipropileno para reforzamiento de muros de albañilería tienen propiedades homogeneizadas de rigidez y resistencia, son confeccionadas con mantas de polímero que poseen una gran densidad y son perforadas a intervalos regulares para posteriormente ser estiradas en dos o tres

direcciones a temperaturas y fuerzas controladas, con la finalidad de obtener mallas biaxiales de orificios cuadrados o triaxiales de orificios triangulares.



**Figura N°10:** Mallas de polipropileno biaxiales. (Torrealba, 2014).



**Figura N°11:** Mallas de polipropileno triaxiales. (Torrealba, 2014).

El reforzamiento con pletinas metálicas consiste en la adherencia de bandas de acero a la estructura mediante pernos de anclaje, los cuales deberán tener una adecuada resistencia a la corrosión. Entre las principales características de este tipo de reforzamiento se puede destacar que tiene peso propio alto ( $7,850 \text{ kg/cm}^3$ ), gran resistencia a la tensión, bajo espesor, elevada sensibilidad a la corrosión, ambientes salinos y químicos, por lo general necesita recubrirse con concreto o pintura anticorrosiva, la longitud es limitada y de difícil manejo, requiere el uso de traslapes y juntas, el precio del material es bajo, sin embargo, la instalación de las pletinas no lo es ya que requiere equipos de elevación y elementos de fijación y por último, los niveles de incremento de la resistencia con el reforzamiento mediante pletinas de acero son de aproximadamente el 10%, para el caso de una viga en estado no fisurado.

El reforzamiento de muros de albañilería con fibras de carbono, según Mallick (2008) “consiste en incorporar en la estructura fibras de alta resistencia y una matriz, tal que ambas conserven su integridad física e identidades químicas”.

Entre las ventajas de emplear la fibra de carbono como refuerzo estructural destacan: mayor resistencia a los impactos, mayor resistencia al fuego y mejor aislamiento térmico. El aumento de la resistencia brinda una mayor capacidad a esfuerzos de tensión y confinamiento de los elementos compuestos.

La fibra de carbono puede ser aplicada para el reforzamiento de vigas y restaurar su resistencia a la tensión, además de aumentar o reconstruir el confinamiento. Para el caso de las vigas se puede aplicar en tiras para aportar a la captación de los esfuerzos tensionantes en el caso de que las varillas de acero estén muy corroídas.

En las columnas, una mejor alternativa es la colocación de un encamisado con fibra de carbono, restaurando su capacidad para resistir esfuerzos de tensión cuando el acero ha dejado de ejercer su función y aumenta el confinamiento.

### **III.METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de Investigación Tipo de investigación**

#### **Tipo de investigación:**

Dankhe (1986) explica que existen cuatro tipos de investigación, los cuales son: descriptivos, exploratorios, correlacionales y explicativos.

Este proyecto de investigación es de tipo cuantitativa-explicativa porque se va analizar las causales de las fallas encontradas en la vivienda de albañilería confinada a evaluar.

Hernandez & Fernandez & Baptista (2014, p.4) indican que el enfoque cuantitativo es consecutivo, cada fase anuncia con anticipación a la siguiente, no se puede evitar o saltar pasos.

#### **Diseño de investigación:**

Arias (2006, p.26) explica que el diseño de investigación es la táctica total que acoge cada investigador con la finalidad de responder un problema planteado. Hace mención al diseño que la investigación se clasifica en tres: el documental, el experimental y el no experimental.

El diseño elegido para la presente investigación corresponde a un diseño no experimental, porque no se manipulan variables durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Hernández & Fernández & Baptista (2014, p. 152) indican que el diseño no experimental se podría entender como la indagación ejecutada sin maniobrar o manipular intencionadamente variables. En este tipo de análisis no se modifica de forma deliberada las variables independientes para observar su consecuencia en las otras variables.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable independiente:**

Comportamiento estructural.

#### **Definición conceptual:**

ACI 562 (2014, p.16) lo define como la observación y análisis de la estructura determinando la condición existente, ubicando las fallas para luego implementar métodos para su reparación.

#### **Definición operacional:**

Estimar las fallas principales que se presentan o se puedan presentar en la vivienda, para poder aplicar el método más adecuado que evite que aparezcan los mismos daños en un futuro cercano.

#### **Indicadores:**

Registro, clasificación, falla por flexión, falla por corte, falla por flexo-compresión, mallas electrosoldadas, pletinas de acero, fibras de carbono y mallas de polipropileno.

#### **Escala de medición:**

Intervalo o numérica, ordinal y nominal.

#### **Variable dependiente:**

Vivienda de albañilería confinada.

**Definición conceptual:**

San Bartolomé (2011, p.4) lo define como “un sistema compuesto por elementos de albañilería. Aquellos elementos están enlazados por unidades de arcilla, sílice-cal o de concreto, adheridas con mortero”.

Abanto Castillo (2017, p.19) define a la albañilería confinada como “aquella vinculada por losas aligeradas o macizas empotradas en muros de ladrillos, en dicho perímetro se enlazan elementos de concreto armado. En estas estructuras los muros son portantes de cargas de gravedad y de cargas sísmicas. Estas formas de estructuras es lo principal en el Perú”.

**Definición operacional:**

Blondet (2007, p. 14) indica que “está diseñado y construido para que sus muros soporten las fuerzas sísmicas. Es importante que la vivienda tenga una forma simple y simétrica en planta. Sus muros tienen que estar confinados en sus cuatro bodes por los elementos principales de la vivienda como la columna y la viga”.

**Indicadores:**

Unidad de albañilería, mortero, concreto, acero de refuerzo, comportamiento estructural y simetría estructural.

**Escala de medición:**

Intervalo o numérica y ordinal.



**Tabla 2.**

*Matriz de operacionalización de variable*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente: Comportamiento estructural.	ACI 562 (2014, p.16) lo define como la observación y análisis de la estructura determinando la condición existente, ubicando las fallas para luego implementar métodos para su reparación.	Estimar las fallas principales que se presentan o se puedan presentar en la vivienda, para poder aplicar el método más adecuado que evite que aparezcan los mismos daños en un futuro cercano.	D1: Evaluación de daños	Registro Clasificación	Nominal Ordinal
			D2: Fallas generadas por sismo	Falla por flexión Falla por corte Falla por flexo-compresión	Intervalo o numérica
			D3: Reforzamiento	Mallas electrosoldadas Pletinas de acero Fibras de carbono.  Mallas de polipropileno.	Nominal
Variable dependiente: Vivienda de albañilería confinada.	San Bartolomé (2011, p.4) lo define como “un sistema compuesto por elementos de albañilería. Aquellos elementos están enlazados por unidades de arcilla, sílice-cal o de concreto, adheridas con mortero”. Abanto Castillo (2017, p.19) define a la albañilería confinada como “aquella vinculada por losas aligeradas o macizas empotradas en muros de ladrillos, en dicho perímetro se enlazan elementos de concreto armado. En estas estructuras los muros son portantes de cargas de gravedad y de cargas sísmicas. Estas formas de estructuras es lo principal en el Perú”.	Blondet (2007, p. 14) indica que “está diseñado y construido para que sus muros soporten las fuerzas sísmicas. Es importante que la vivienda tenga una forma simple y simétrica en planta. Sus muros tienen que estar confinados en sus cuatro bodes por los elementos principales de la vivienda como la columna y la viga”.	D1: Componentes de la albañilería confinada	Unidad de albañilería Mortero Concreto Acero de refuerzo	Nominal
			D2: Configuración estructural	Comportamiento estructural Simetría estructural.	Intervalo o numérica Ordinal

(Fuente: elaboración propia)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Hernández Sampieri (2010, p.147) define que las poblaciones se ubican conforme a las cualidades del tema, espacio y tiempo.

En el presente trabajo de investigación, la población son diez viviendas de albañilería confinada que utilizaron en su construcción unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul de la provincia de Cañete del departamento de Lima.

#### **Muestra:**

Hernández Sampieri (2010, p. 175) define a la muestra como el subconjunto de la población que debe delimitarse con precisión.

La muestra asignada a la presente investigación es una vivienda de albañilería confinada ubicada en el casco urbano del distrito de Cerro Azul, lugar donde se aglomera la mayor cantidad de viviendas de este tipo de sistema estructural.

#### **Muestreo:**

Sáenz, Gonzalo y Díaz, (2012, p. 145) indican que el muestreo sirve para clasificar y determinar el tamaño de la muestra y obtener una mayor precisión, además de ahorrar tiempo, dinero y evitar los errores operativos y de medición que conlleva un censo.

El presente trabajo de investigación tiene un tipo de muestreo no probabilístico, por lo cual, la muestra fue elegida convenientemente.

#### **Unidad de análisis:**

Una vivienda de albañilería confinada de tres niveles.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas:**

Rojas Gutiérrez (2004, p.128) define que las técnicas son aquellos métodos que se emplearán para obtener la información. Algunos de estos métodos son: la observación, análisis de instrumentos y directo, entrevistas y encuestas.

Para la presente investigación fue necesario el empleo de la encuesta y la observación directa, se realizaron inspecciones a las viviendas de albañilería confinada que emplearon unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, que están ubicadas en el casco urbano del distrito, con el fin de obtener datos generales para la evaluación y estipular sus características estructurales y no estructurales, además se emplearon mediciones convencionales para obtener datos técnicos.

#### **Instrumentos:**

Arias (2006, p. 68), define como instrumentos de investigación a los dispositivos, formatos y/o recursos, que pueden ser físicos o digitales y que son empleados para determinar, registrar o acumular datos.

En el caso de esta investigación, se aplicó como instrumento la ficha de encuesta, ficha técnica de recopilación de datos y ficha de replanteo de vivienda que fueron elaboradas por los investigadores, además se utilizaron dispositivos y herramientas tales como: esclerómetro y winchas, que ayudaron a determinar algunas propiedades y características de la vivienda y sus componentes, otro instrumento empleado fueron los ensayos de laboratorio de las unidades de albañilería.

### **3.5. Procedimientos**

Para la evaluación de la vivienda, se realizará una breve encuesta al propietario basada en las interrogantes de la ficha de encuesta, luego se procederá con el llenado de la ficha técnica de recopilación de datos, en ambas fichas se recolectará información tales como los materiales y el tipo de mano de obra utilizada en la construcción de la vivienda, antigüedad de la vivienda, para así poder determinar el parentesco con los resultados obtenidos. Luego se procederá con el replanteo de la vivienda a evaluar empleando la ficha de replanteo de vivienda para así poder obtener los datos técnicos como: dimensiones de elementos estructurales, longitudes de muros, alturas de pisos; para finalizar, se realizará ensayos in situ no destructivos empleando el esclerómetro con el fin de obtener la resistencia promedio a la compresión del concreto de los elementos de confinamiento (columnas, vigas, losas, sobrecimientos) para luego junto con las propiedades que se tienen de la unidad de albañilería mediante ensayos de laboratorio ya elaborados, analizar el comportamiento estructural de la vivienda mediante software.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para esta investigación, los datos que se obtuvieron en campo serán procesados empleando el programa de ingeniería Etabs en su versión 2016 y también hojas de cálculo elaboradas en Microsoft Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente informe de investigación ha sido desarrollado de manera objetiva y veraz, los resultados no han sido alterados y todo se ha realizado con transparencia y honestidad.

Con respecto a la autoría, se ha cumplido con citar y registrar los autores consultados cuyas ideas textuales fueron citadas en esta investigación.

#### **IV. RESULTADOS**

## 4.1 Descripción de la zona de estudio

### 4.1.1 Ubicación geográfica y entorno

La vivienda a evaluar se encuentra ubicada en Prolongación Comercio Manzana “B” Lote 03 del distrito de Cerro Azul.

Región: Lima

Departamento: Lima

Provincia: Cañete

Distrito: Cerro Azul

Coordenadas: Latitud -13.021872°y Longitud -76.480263°



**Figura N°12:** Ubicación de la vivienda unifamiliar (Fuente: Google Earth)

## 4.2 Recopilación de la información

### 4.2.1 Trabajo en campo

Se adquirió información a través de la ficha de encuesta, ficha técnica de recopilación de datos y ficha de replanteo de vivienda las cuales fueron útiles para el desarrollo de la presente investigación.

#### **4.2.1.1 Aspectos generales**

Se recopiló información en la ficha de encuesta y la ficha técnica de recopilación de datos tales como; dirección, familia a la que pertenece, número de habitantes, nivel de asesoría técnica recibida para la construcción, antigüedad de la vivienda, daños estructurales, tipo y procedencia del ladrillo empleado, conocimiento del propietario sobre métodos de reforzamiento de viviendas, número de pisos, dimensiones, conservación de la vivienda, factores degradantes y características de la estructuración encontrada.

#### **4.2.1.2 Características de la vivienda**

Tales como dimensiones de los muros y elementos estructurales, alturas, distribución, resistencias a la compresión de elementos de confinamiento fueron recopiladas mediante la ficha de replanteo de vivienda, winchas y el uso del esclerómetro.

#### **4.2.1.2 Características de la unidad de albañilería**

Se obtuvieron mediante los resultados de los ensayos de laboratorio que se anexan a la presente investigación.

### **4.3 Análisis sísmico de la vivienda a evaluar**

#### **4.3.1 Periodos naturales**



**Tabla 3.**

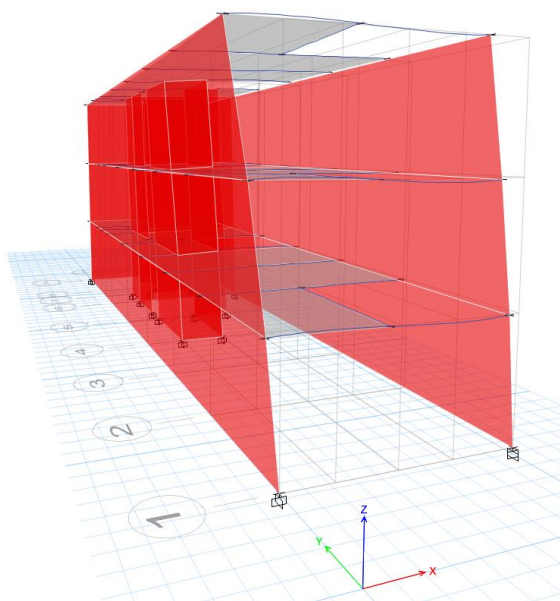
*Periodos Naturales: Nuestro periodo designado  $T=0.302$  seg*

Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
1	0.302	0.4989	0.0001	0	0.4989	0.0001	0.3108	0.3108
2	0.122	0.0918	0.001	0	0.5908	0.0011	0.0366	0.3474
3	0.113	0.2204	0.002	0	0.8111	0.0031	0.5637	0.9111
4	0.082	0.0043	0.8675	0	0.8155	0.8706	0.0013	0.9124
5	0.069	0.1018	0.0037	0	0.9172	0.8743	0.0005	0.9129
6	0.056	0.0011	0.0054	0	0.9183	0.8797	0.0235	0.9364
7	0.037	0.0087	0.0242	0	0.927	0.904	0.0135	0.95
8	0.035	0.0683	0.0107	0	0.9954	0.9147	0.0467	0.9967
9	0.027	0.0014	0.0827	0	0.9968	0.9974	0.0007	0.9974

(Fuente: Elaboración Propia)

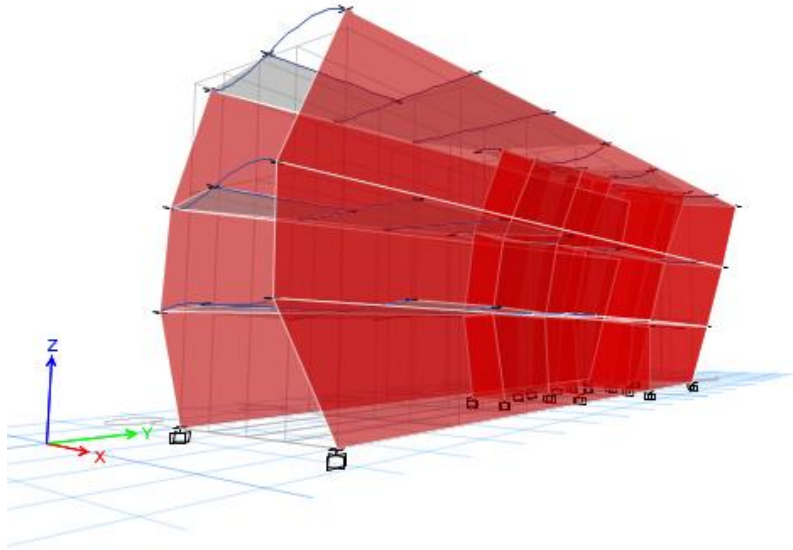
#### 4.3.2 Modos de vibración

A) Primer modo de vibración: Nuestro modo de vibración es de 0.302 segundos que se traslada en X



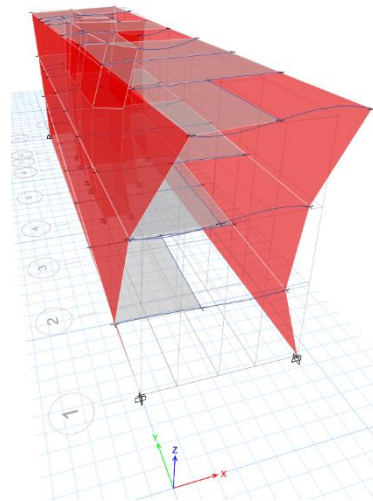
**Figura 13.** Primer modo de vibración (Fuente: Etabs 2016)

B) Segundo modo de vibración: Nuestro modo de vibración es de 0.122 segundos.



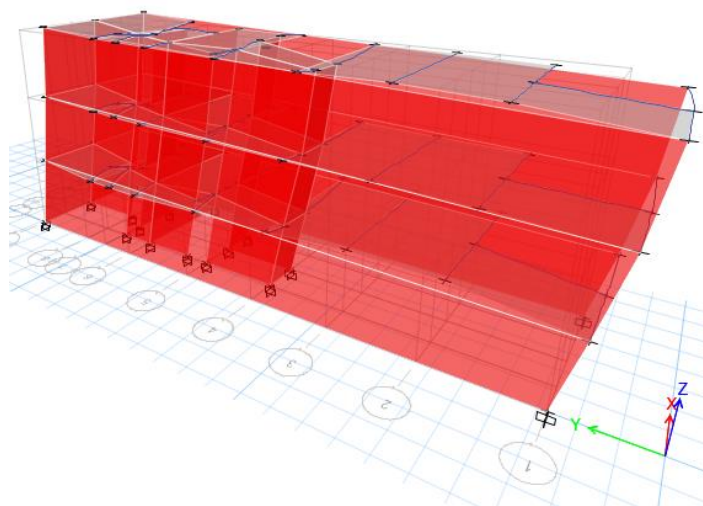
**Figura 14.** Segundo modo de vibración (Fuente: Etabs 2016)

C) Tercer modo de vibración: Nuestro modo de vibración es de 0.113 segundos que rota en planta.



**Figura 15.** Tercer modo de vibración (Fuente: Etabs 2016)

D)Cuarto modo de vibración: Nuestro modo de vibración es de 0.113 segundos que rota en planta



**Figura 16.** Cuarto modo de vibración (Fuente: Etabs 2016)

### 4.3.3 Desplazamientos

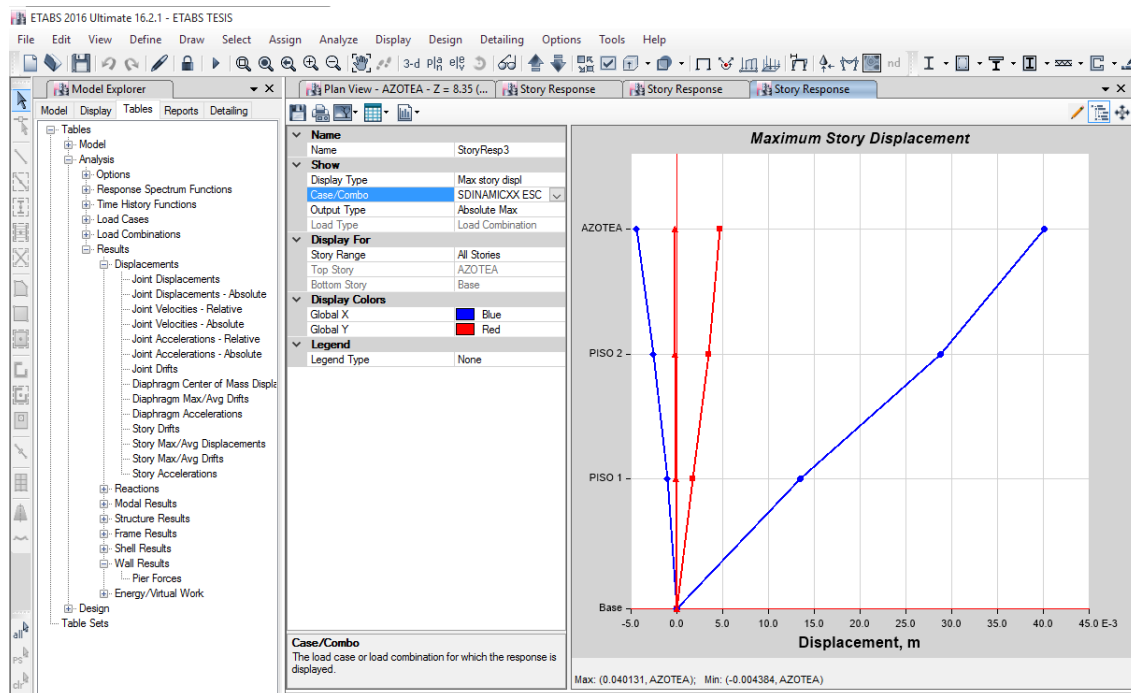
A) Desplazamiento X-X: Lo máximo que se desplaza en X se pudo establecer con el proceso dinámico modal espectral, los resultados son adquiridos con el SOFTWARE ETABS 2016.

**Tabla 4**

*Desplazamiento en X-X*

Story	Load Case/Comb	Direction	Maximum mm	Average mm
AZOTEA	SDINAMICX X ESC Max	X	40.858	22.6
PISO 2	SDINAMICX X ESC Max	X	28.513	15.499
PISO 1	SDINAMICX X ESC Max	X	12.87	6.924

(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 17.** Desplazamiento en X-X (Fuente: Etabs 2016)

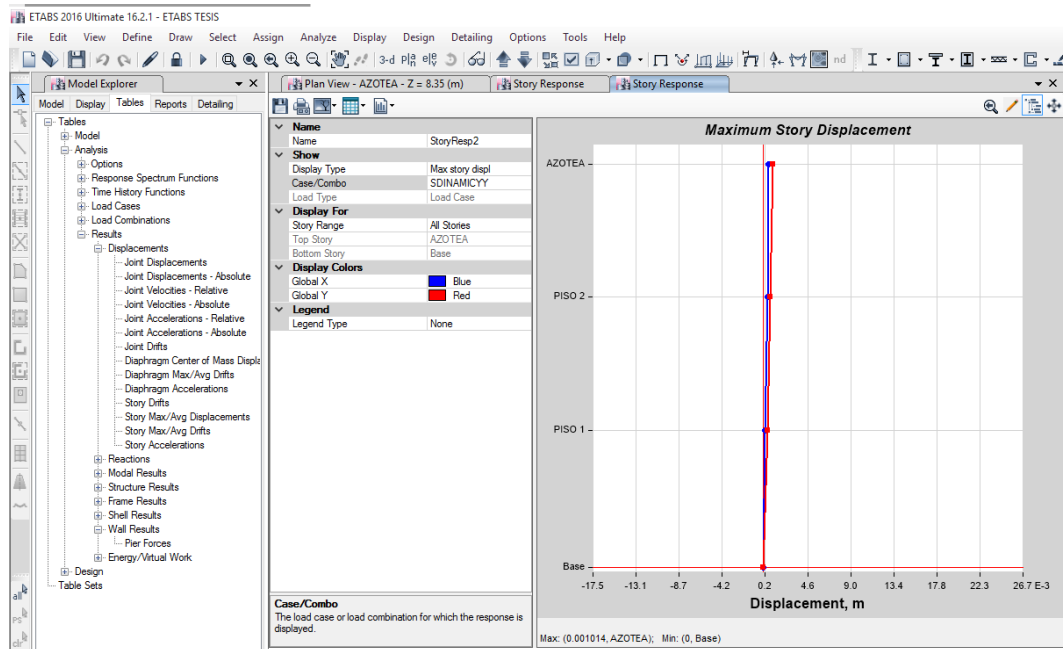
B) Desplazamiento Y-Y: Lo máximo que se desplaza en Y se pudo establecer con el proceso dinámico modal espectral: Los resultados son adquiridos con el SOFTWARE ETABS 2016

**Tabla 5.**

*Desplazamiento en Y-Y*

Story	Load Case/Comb	Direction	Maximum mm	Average mm
AZOTEA	SDINAMICY Y Max	Y	0.929	0.899
PISO 2	SDINAMICY Y Max	Y	0.708	0.686
PISO 1	SDINAMICY Y Max	Y	0.37	0.358

(Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 18.** Desplazamiento en Y-Y (Fuente: Etabs 2016)

#### 4.3.4 Fuerzas cortantes

A) Fuerzas Cortantes dinámicas en la base

**Tabla 6.**

*Fuerzas cortantes dinámicas en base*

Load	FX	FY	MX	MY	MZ
Case/Comb	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SDINAMICY					
Y Max	5.46	94.0087	566.2937	23.5583	198.2847
SDINAMICX					
X ESC Max	158.1415	13.015	77.1645	938.7682	2219.5442

(Fuente: Elaboración propia)

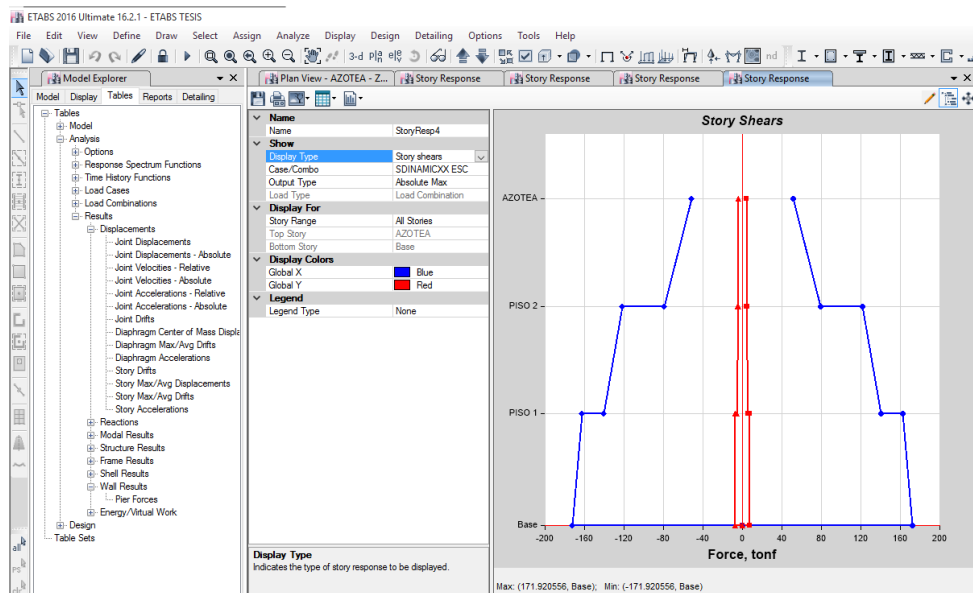
B) Fuerza Cortantes Dinámicas en X: Se visualiza que nuestra cortante máxima es: 158.1415 tn

**Tabla 7.**

*Fuerzas cortantes dinámicas en X*

Story	Load Case/Comb	Location	VX tonf	MX tonf-m
AZOTEA	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	65.9279	17.0813
PISO 2	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	122.5962	43.729
PISO 1	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	158.1415	77.1645

(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 19.** Fuerzas cortantes dinámicas en X (Fuente: Etabs 2016)

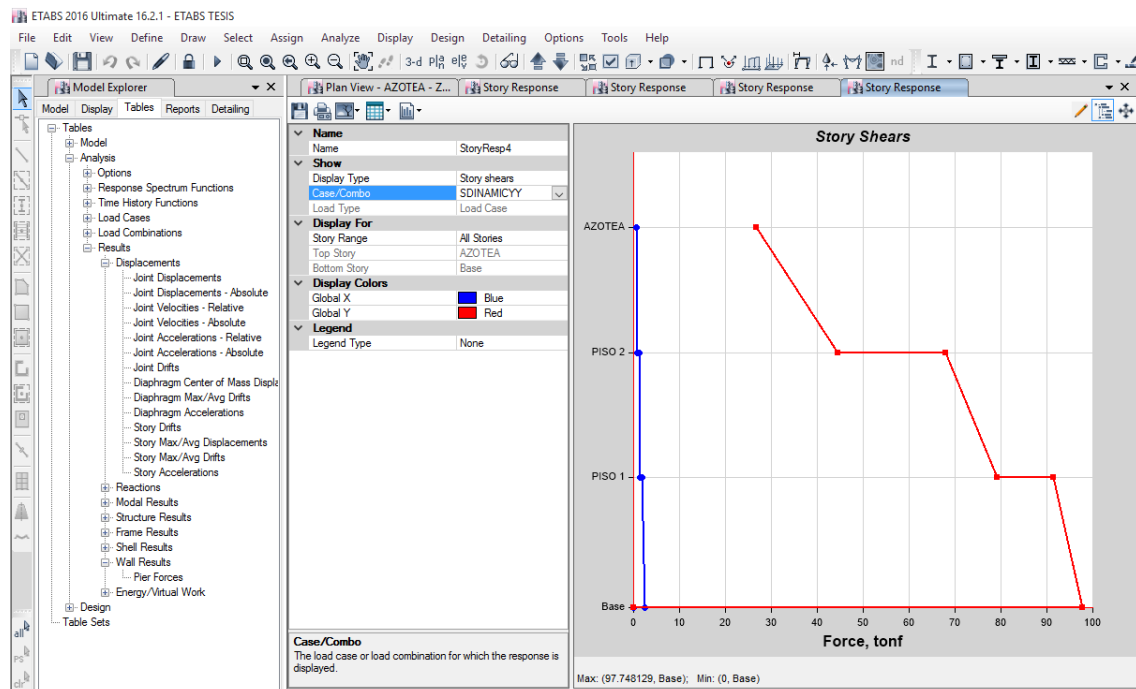
C) Fuerza Cortantes Dinámicas en Y: Se visualiza que nuestra cortante máxima es: 94.0087 TN

**Tabla 8.**

*Fuerzas cortantes dinámicas en Y*

Story	Load		VY tonf	MY tonf-m
	Case/Comb	Location		
AZOTEA	SDINAMICY Y Max	Bottom	36.8876	4.2558
PISO 2	SDINAMICY Y Max	Bottom	73.6857	10.6168
PISO 1	SDINAMICY Y Max	Bottom	94.0087	23.5583

(Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 20.** Fuerzas cortantes dinámicas en Y (Fuente: Etabs 2016)

### 4.3.5 Derivas de los pisos

A) Derivas X-X. Se comprobaron las derivas mediante el método dinámico

**Tabla 9.**

*Derivas X-X*

Story	Load		Item	Max Drift
	Case/Comb	o		
AZOTEA	SDINAMICX X ESC Max		Diaph D3 X	0.004634
PISO 2	SDINAMICX X ESC Max		Diaph D3 X	0.005741
PISO 1	SDINAMICX X ESC Max		Diaph D3 X	0.004516

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla N°17 se va comprobar las derivas inelásticas respetando la Norma Técnica E-0.30, cuya deriva límite de la albañilería confinada es 0.005 Visualizada en la tabla establecida la deriva máxima es de 0.0083412, la Vivienda Multifamiliar no cumple.

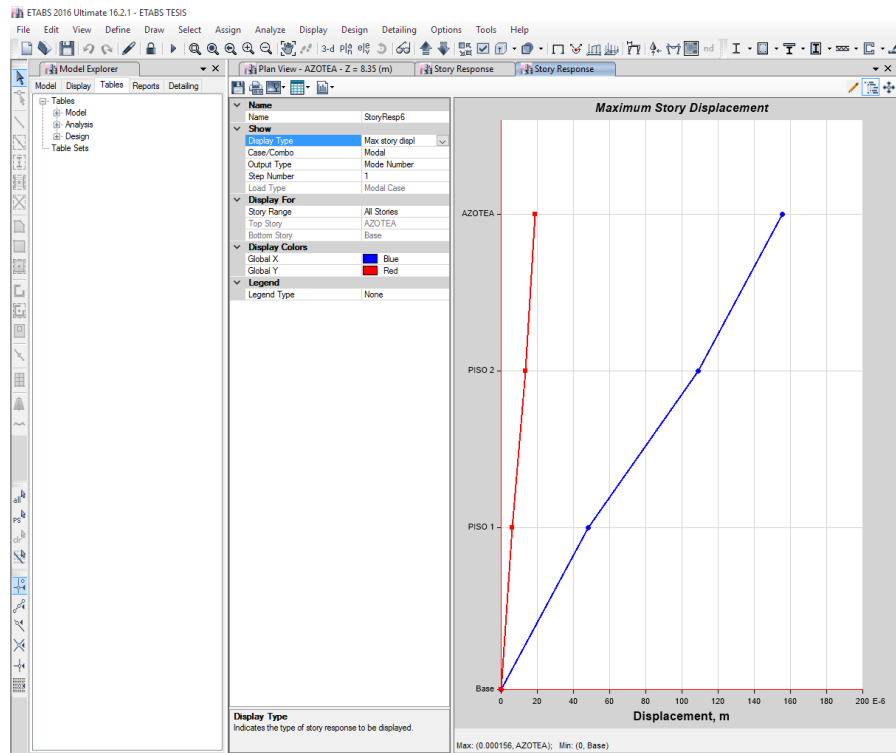
**Tabla 10.**

*Comprobación de derivas inelásticas*

Story	Load Case/Combo	Item	Max drift	MD*R		
Azotea	SDINAMICXX ESC MAX	Diaph D3 X	0.004634	0.0083412	0.005	No Cumple
Piso 2	SDINAMICXX ESC MAX	Diaph D3 X	0.005741	0.0103338	0.005	No Cumple
Piso 1	SDINAMICXX ESC MAX	Diaph D3 X	0.004516	0.0081288	0.005	No Cumple

(Fuente: Elaboración Propia)





**Figura 21.** Derivas en X-X (Fuente: Etabs 2016)

A) Derivas Y-Y. Se comprobaron las derivas mediante el método dinámico

**Tabla 11.**

*Derivas Y-Y*

Story	Load		Max Drift
	Case/Comb	Item	
AZOTEA	SDINAMICY Y Max	Diaph D3 Y	8.20E-05
PISO 2	SDINAMICY Y Max	Diaph D3 Y	0.000127
PISO 1	SDINAMICY Y Max	Diaph D3 Y	0.00013

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla N°19 se va comprobar las derivas inelásticas respetando la Norma Técnica E-0.30, cuya deriva límite de la albañilería confinada es 0.005 Visualizada en la tabla

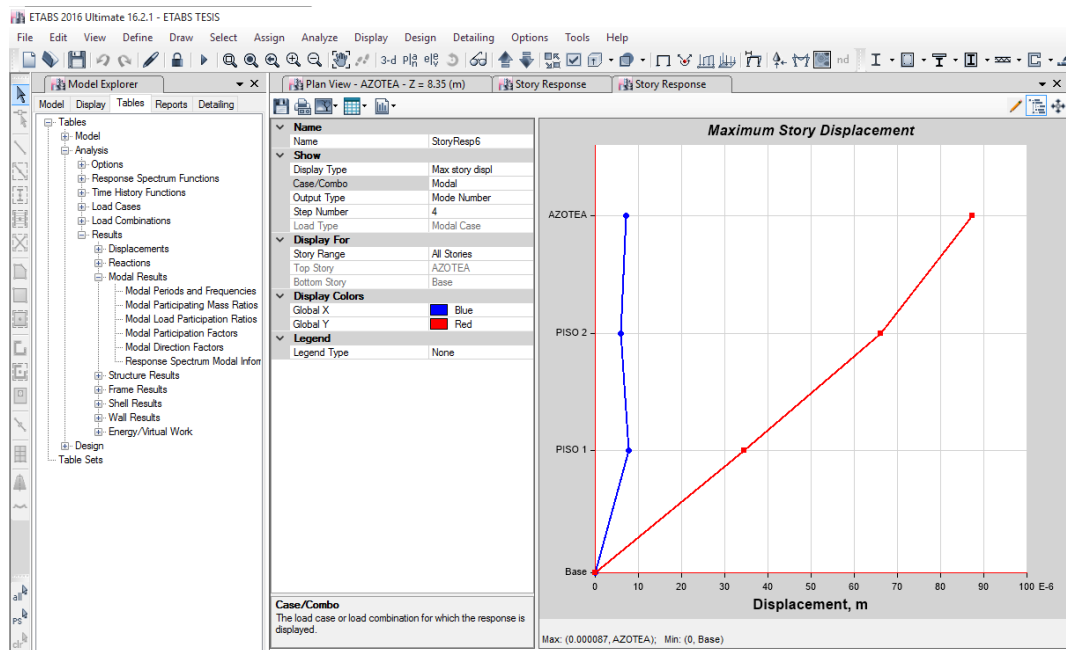
establecida la deriva máxima es de 0.000390, la Vivienda Multifamiliar cumple

**Tabla 12.**

*Comprobación de derivas inelásticas*

Story	Load Case/Combo	Item	Max drift	MD*R		
Azotea	SDINAMICYY MAX	Diaph D3 Y	8.20E-05	2.46E-04	0.005	Cumple
Piso 2	SDINAMICYY MAX	Diaph D3 Y	0.000127	3.81E-04	0.005	Cumple
Piso 1	SDINAMICYY MAX	Diaph D3 Y	0.00013	3.90E-04	0.005	Cumple

(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 22.** Derivas en Y-Y (Fuente: Etabs 2016)

### 4.3.6 Excentricidad

**Tabla 13.**

*Excentricidad*

Story	Diaphragm	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
AZOTEA	D3	2.2824	15.1464	2.4423	22.4042
PISO 2	D3	2.2704	15.5279	2.4832	21.5457
PISO 1	D3	2.2669	15.6378	2.331	20.4826

(Fuente: Elaboración propia)

A) Excentricidad X - X: Se muestra que la rigidez y el centro de masa debe ser menor al 0.05 de la longitud

**Tabla 14.**

*Rigidez y dentro de masa X-X*

Story	Diaphragm	XCCM m	XCR m	Suma x-x cm y cr	distancia cm y cr	
Azotea	D3	2.2824	2.4423	0.1599	0.2675	CUMPLE
Piso 2	D3	2.2704	2.4832	0.2128	0.2675	CUMPLE
Piso 1	D3	2.2669	2.331	0.0641	0.2675	CUMPLE

(Fuente: Elaboración propia)

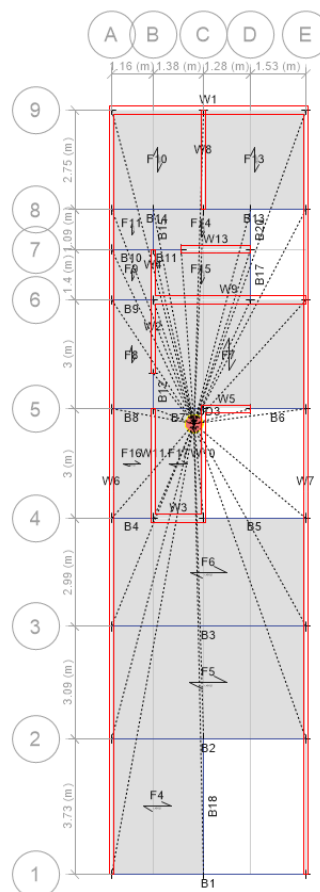
B) Excentricidad Y-Y: Se muestra que la rigidez y el centro de masa debe ser menor al 0.05 de la longitud

**Tabla 15.**

*Rigidez y centro de masa Y-Y*

Story	Diaphragm	YCCM	YCR	Suma y-y	distancia	
		m	m	cm y cr	cm y cr	
Azotea	D3	15.1464	22.404	7.2578	1.0525	NO CUMPLE
Piso 2	D3	15.5279	21.546	6.0178	1.0525	NO CUMPLE
Piso 1	D3	15.6378	20.483	4.8448	1.0525	NO CUMPLE

(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 23.** Excentricidad (Fuente: Etabs 2016)

### 4.3.7 Fuerzas sísmicas

Fuerza Sísmica X-X: Se muestra las cortantes y momentos por cada piso mediante el sismo

**Tabla 16.**

*Fuerzas sísmicas en X-X*

Story	Load Case/Comb o	Location	VX tonf	VY tonf	MX tonf-m	MY tonf-m
AZOTEA	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	65.9279	6.2114	17.0813	181.3018
PISO 2	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	122.5962	10.1793	43.729	508.5742
PISO 1	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	158.1415	13.015	77.1645	938.7682

(Fuente: Elaboración propia)

Fuerza Sísmica Y-Y: Se muestra las cortantes y momentos por cada piso mediante el sismo

**Tabla 17.**

*Fuerzas sísmicas en Y-Y*

Story	Load Case/Comb o	Location	VX tonf	VY tonf	MX tonf-m	MY tonf-m
AZOTEA	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.5476	36.8876	101.4409	4.2558
PISO 2	SDINAMICY Y Max	Bottom	2.8216	73.6857	302.298	10.6168
PISO 1	SDINAMICY Y Max	Bottom	5.46	94.0087	566.2937	23.5583

(Fuente: Elaboración propia)

### 4.3.8 Muros sísmicos

Muros Sísmicos en X-X: Se muestra las fuerzas sísmicas

**Tabla 18.**

*Muros sísmicos en X-X*

Story	Pier	Load Case/Comb o	Location	V2 tonf	V3 tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO 1	P1X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	45.1065	0.0219	0.0735	80.5716
PISO 1	P2X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	21.1533	0.1403	0.1738	41.8063
PISO 1	P3X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	88.3547	0.6723	0.7874	291.5489
PISO 1	P4X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	12.9251	0.0496	0.0772	37.7158
PISO 1	P5X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	52.5096	0.1136	0.1422	141.2461

(Fuente: Elaboración propia)

Muros Sísmicos en Y-Y: Se muestra las fuerzas sísmicas

**Tabla 19.**

*Muros sísmicos en Y-Y*

Story	Pier	Load Case/Comb o	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO 1	P1Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	7.5115	40.8432	0.04	0.1843	0.0691	192.7723
PISO 1	P2Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.4706	4.4993	0.0064	0.0017	0.01	8.7026
PISO 1	P3Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.1343	4.9578	0.0047	0.0035	0.007	10.8766
PISO 1	P4Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.1124	4.5018	0.005	0.0017	0.0089	8.4537
PISO 1	P5Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	0.3067	3.3674	0.0066	0.0027	0.0076	7.1949

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.3.9 Muros peso sísmico

Muro Peso Sismo X-X: Se muestra las fuerzas de gravedad

**Tabla 20.**

*Muros pesos sísmicos en X-X*

Story	Pier	Load Case/Comb o	Location	P
				tonf
PISO 1	P1Y	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	39.2601
PISO 1	P2Y	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	67.5757
PISO 1	P3Y	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	70.5657
PISO 1	P4Y	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	34.4229
PISO 1	P5Y	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	1.5327

(Fuente: Elaboración Propia)

Muro Peso Sismo Y-Y: Se muestra las fuerzas de gravedad

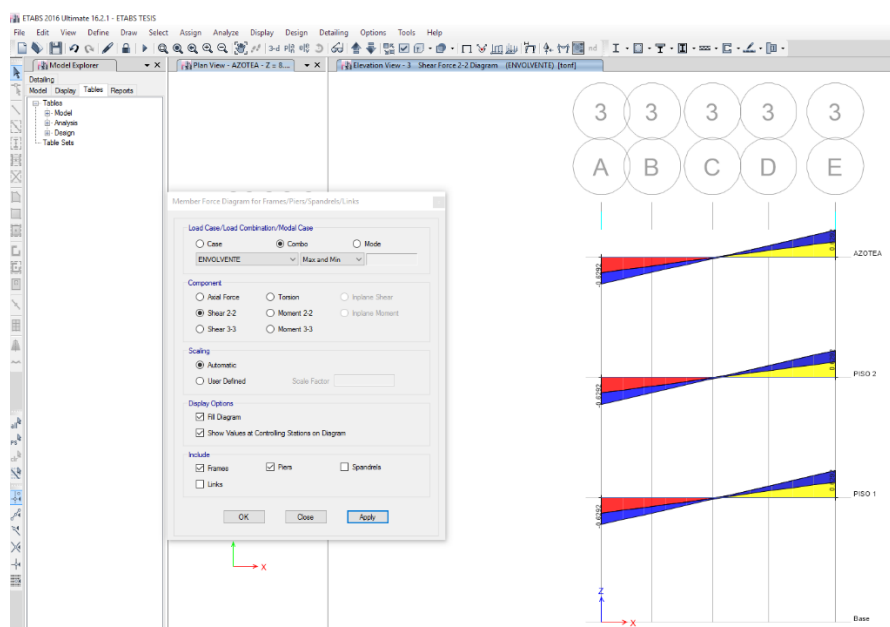
**Tabla 21.**

*Muros pesos sísmicos en Y-Y*

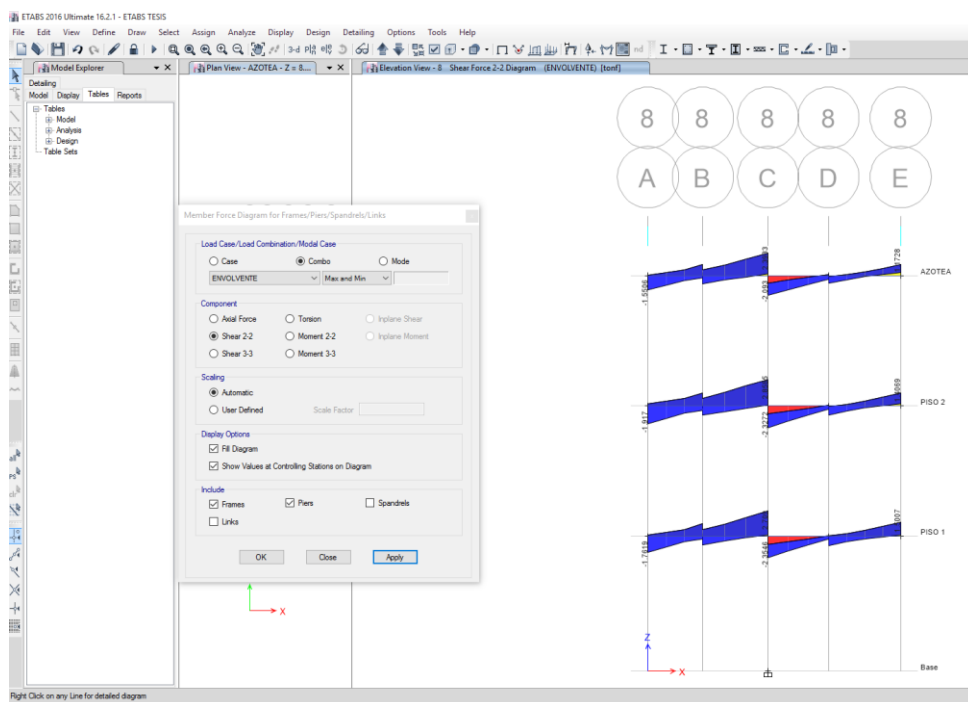
Story	Pier	Load Case/Comb o	Location	P
				tonf
PISO 1	P1Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	7.5115
PISO 1	P2Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.4706
PISO 1	P3Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.1343
PISO 1	P4Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	1.1124
PISO 1	P5Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	0.3067

(Fuente: Elaboración propia)

### 4.3.10 Cortantes y momentos

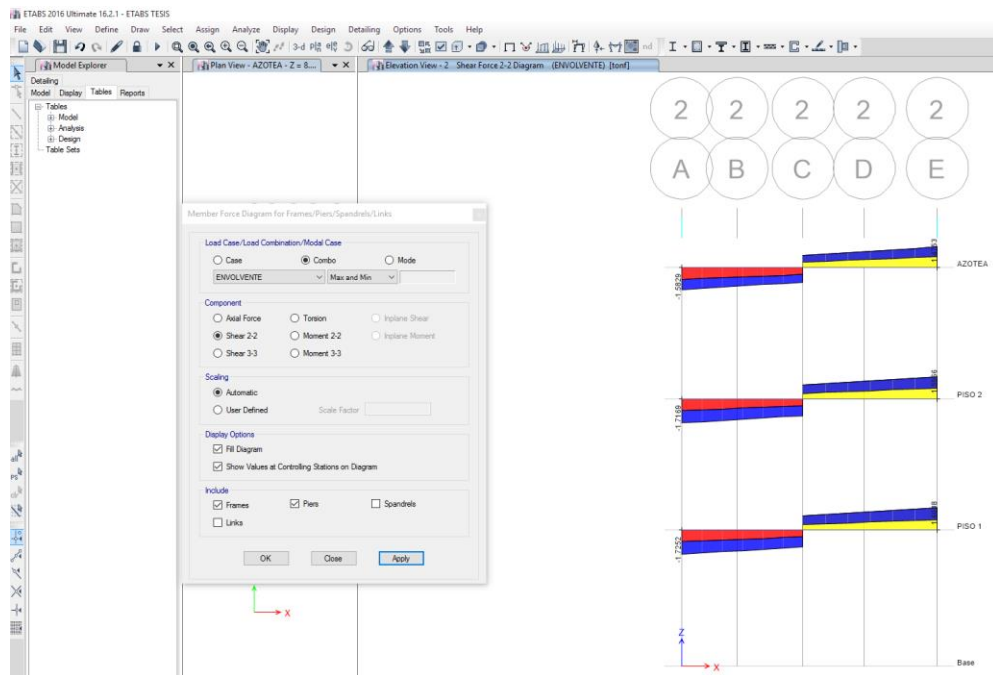


**Figura 24.** Cortante en el pórtico 3 (Fuente: Etabs 2016)

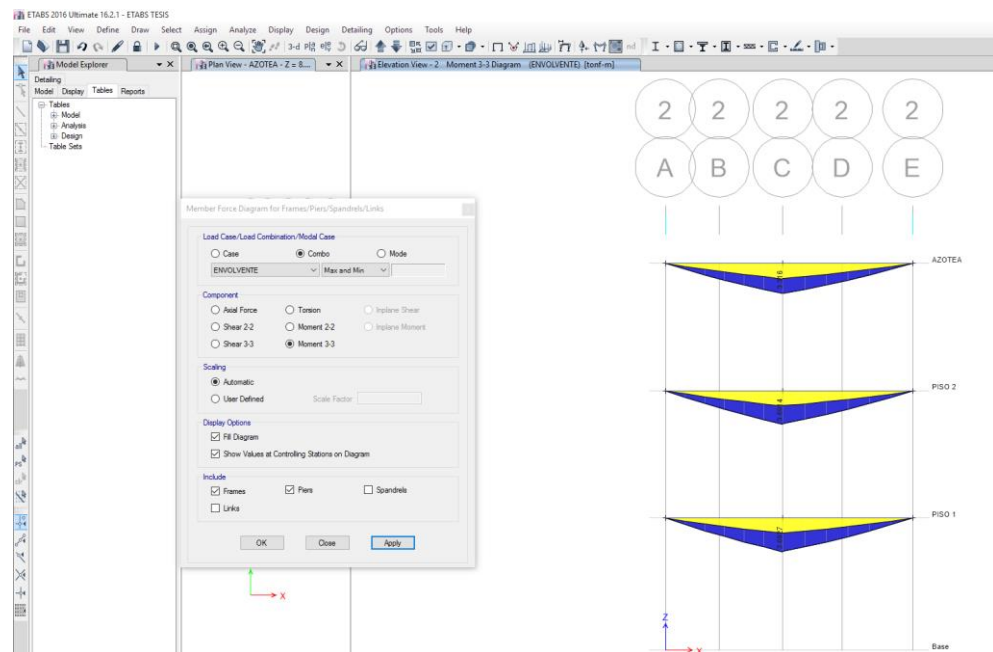


**Figura 25.** Cortante en el pórtico 8 (Fuente: Etabs 2016)

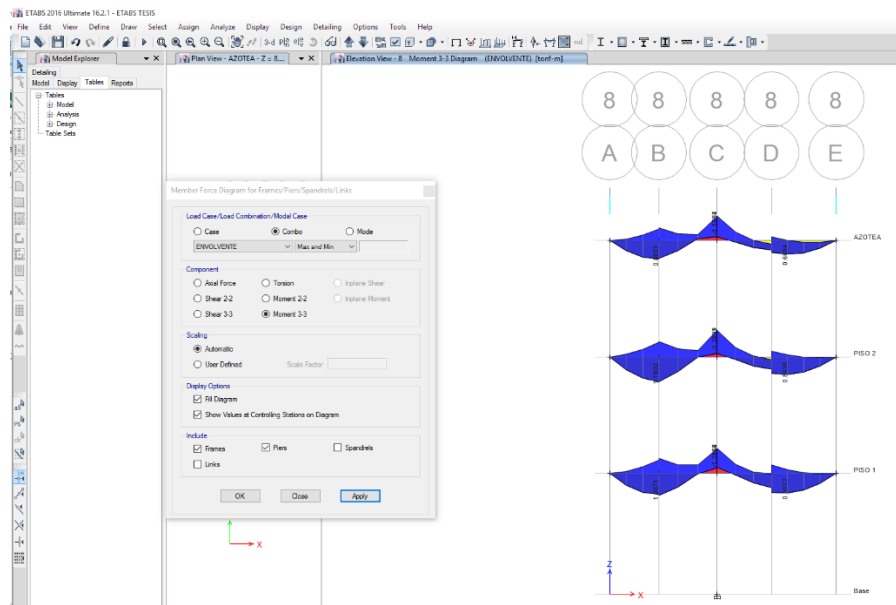




**Figura 26.** Cortante en el pórtico 2 (Fuente: Etabs 2016)



**Figura 27.** Momento en el pórtico 2 (Fuente: Etabs 2016)



**Figura 28.** Momento en el pórtico 8 (Fuente: Etabs 2016)

#### 4.3.11 Densidad de muros

**Tabla 22.**

*Muros en dirección X*

DENSIDAD DE MUROS			
DATOS			
ZONA	Z4	0.45	
CATEGORIA EDIF	C	1	
TIPO DE SUELO	SUELO BLANDO(S3)	1.1	
NUMERO DE PISOS	N	3	
DENSIDAD MINIMA			
SEGÚN RNE		0.026518	
AREA DE PLANTA	AP	116.6	
Direccion X-X			
MURO	L (m)	T ( m)	Ac ( m2)
MX1	1.38	0.23	0.3174
MX2	1.28	0.23	0.2944
MX3	4.19	0.23	0.9637
MX4	1.89	0.23	0.4347
MX5	5.35	0.23	1.2305
			0.02779331
COMPLE SEGÚN NORMA			CUMPLE

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 23.**  
*Muros en dirección Y*

DENSIDAD DE MUROS				
DATOS				
ZONA	Z4		0.45	
CATEGORIA EDIF	C		1	
TIPO DE SUELO	SUELO BLANDO(S3)		1.1	
NUMERO DE PISOS	N		3	
DENSIDAD MINIMA				
SEGÚN RNE			0.026518	
AREA DE PLANTA	AP		116.6	
Direccion Y-Y				
MURO	L (m)	T ( m)	Ac ( m2)	
MY1		21.05	0.125	2.63125
MY2		3	0.125	0.375
MY3		3.43	0.125	0.42875
MY4		3	0.125	0.375
MY5		2.75	0.125	0.34375
MY6		21.05	0.125	2.63125
				0.05819039
COMPLE SEGÚN NORMA				CUMPLE

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.3.12 Cortante sísmico

**Tabla 24.**

Cortante sísmico en x

Pier	Load Case/Comb	Location	P	P	P
			(1 PISO)	(2 PISO)	(3 PISO)
			V2 tonf	V2 tonf	V2 tonf
P1X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	36.3094	22.1802	8.2859
P2X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	15.655	7.5946	3.0057
P3X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	104.3944	98.2781	53.2947
P4X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	11.1209	3.082	1.5754
P5X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	40.1785	29.9813	16.248

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 25.**

Momento sísmico en X

Pier	Load Case/Comb	Location	P (1 PISO)	P (2 PISO)	P (3 PISO)
			M3	M3	M3
			tonf-m	tonf-m	tonf-m
P1X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	41.0558	11.3628	1.9261
P2X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	25.4115	4.702	0.7631
P3X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	203.1971	106.3712	32.1795
P4X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	34.4937	5.95	3.8757
P5X	SDINAMICX X ESC Max	Bottom	165.0683	96.8323	35.7319

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 26.**

Cortante sísmico en Y

Pier	Load Case/Comb o	Location	P (1 PISO)	P (2 PISO)	P (3 PISO)
			V2	V2	V2
			tonf	tonf	tonf
P1Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	41.2089	36.4398	36.4398
P2Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	3.6225	2.0048	2.0048
P3Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	3.8098	2.178	2.178
P4Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	4.2703	2.4538	2.4538
P5Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	3.1222	1.4174	1.4174
P6Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	42.5478	36.3981	36.3981

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 27.***Momento sísmico en Y*

Pier	Load Case/Comb o	Location	P (1 PISO)	P (2 PISO)	P (3 PISO)
			M3	M3	M3
			tonf-m	tonf-m	tonf-m
P1Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	176.045	99.833	35.038
P2Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	6.1447	1.832	0.2165
P3Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	9.3402	2.5176	0.2749
P4Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	4.9951	1.6992	0.2729
P5Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	4.8788	1.1205	0.3264
P6Y	SDINAMICY Y Max	Bottom	171.6876	95.6966	33.0567

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 28.***Cortante en muros en X - 1° piso*

MURO	SISMO SEVERO R=3		SISMO MODERADO R=6	
	VS	Ms	Vs	Ms
MX1	36.3094	41.0558	18.1547	20.5279
MX2	15.655	25.4115	7.8275	12.70575
MX3	104.3944	203.1971	52.1972	101.59855
MX4	11.1209	34.4937	5.56045	17.24685
MX5	40.1785	165.0683	20.08925	82.53415

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 29.***Cortante en muros en Y - 1° piso*

MURO	SISMO SEVERO R=3		SISMO MODERADO R=6	
	VS ton	Ms ton-m	Vs ton	Ms ton-m
MY1	41.2089	176.045	20.60445	88.0225
MY2	3.6225	6.1447	1.81125	3.07235
MY3	3.8098	9.3402	1.9049	4.6701
MY4	4.2703	4.9951	2.13515	2.49755
MY5	3.1222	4.8788	1.5611	2.4394
MY6	42.5478	171.6876	21.2739	85.8438

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 30.***Cortante en muros en X - 2° piso*

MURO	SISMO SEVERO R=3		SISMO MODERADO R=6	
	VS	Ms	Vs	Ms
MX1	22.1802	11.3628	11.0901	5.6814
MX2	7.5946	4.702	3.7973	2.351
MX3	98.2781	106.3712	49.13905	53.1856
MX4	3.082	5.95	1.541	2.975
MX5	29.9813	96.8323	14.99065	48.41615

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 31.***Cortante en muros en Y - 2° piso*

MURO	SISMO SEVERO R=3		SISMO MODERADO R=6	
	VS	Ms	Vs	Ms
MX1	36.4398	99.833	18.2199	49.9165
MX2	2.0048	1.832	1.0024	0.916
MX3	2.178	2.5176	1.089	1.2588
MX4	2.4538	1.6992	1.2269	0.8496
MX5	1.4174	1.1205	0.7087	0.56025
MX6	36.3981	95.6966	18.19905	47.8483

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 32.***Cortantes en muros en X – 3º piso*

<b>MURO</b>	<b>SISMO SEVERO R=3</b>		<b>SISMO MODERADO R=6</b>	
	<b>VS</b>	<b>Ms</b>	<b>Vs</b>	<b>Ms</b>
MX1	8.2859	1.9261	4.14295	0.96305
MX2	3.0057	0.7631	1.50285	0.38155
MX3	53.2947	32.1795	26.64735	16.08975
MX4	1.5754	3.8757	0.7877	1.93785
MX5	16.248	35.7319	8.124	17.86595

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 33.***Cortante en muros en Y – 3º piso*

<b>MURO</b>	<b>SISMO SEVERO R=3</b>		<b>SISMO MODERADO R=6</b>	
	<b>VS</b>	<b>Ms</b>	<b>Vs</b>	<b>Ms</b>
MX1	21.1292	35.038	10.5646	17.519
MX2	0.6208	0.2165	0.3104	0.10825
MX3	1.0121	0.2749	0.50605	0.13745
MX4	0.5828	0.2729	0.2914	0.13645
MX5	0.2304	0.3264	0.1152	0.1632
MX6	20.7506	33.0567	10.3753	16.52835

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.3.13 Revisión de fisuración

**Tabla 34.***Control de fisuras de muros X-1 piso*

<b>MURO</b>	<b>L(m)</b>	<b>T(m)</b>	<b>Ve</b>	<b>Me (Ton.m)</b>	<b>v"m (Ton/m2)</b>	<b>Alfa</b>	<b>Pg=PD+0.2 5*PI</b>	<b>Vm</b>	<b>Ve &lt; 0.55 Vm</b>
<b>MX1</b>	1.38	0.23	18.15	20.53	96.95	1	4.77	16.48	CAMBIAR
<b>MX2</b>	1.28	0.23	7.83	12.71	96.95	0.78856	6.97	12.86	CAMBIAR
<b>MX3</b>	4.19	0.23	52.2	101.6	96.95	1	26.7	52.86	CAMBIAR
<b>MX4</b>	1.89	0.23	5.56	17.25	96.95	0.60934	9.65	15.06	OK
<b>MX5</b>	5.35	0.23	20.09	82.53	96.95	1	28.24	66.14	OK

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 35.**

Control de fisuras de muros en Y – 1º piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MY1	21.05	0.125	20.60	88.02	96.95	1	69.71	143.58	OK
MY2	3	0.125	1.81	3.07	96.95	1	10.68	20.64	OK
MY3	3.43	0.125	1.90	4.67	96.95	1	6.44	22.27	OK
MY4	3	0.125	2.14	2.50	96.95	1	8.38	20.11	OK
MY5	2.75	0.125	1.56	2.44	96.95	1	5.17	17.85	OK
MY6	21.05	0.125	21.27	85.84	96.95	1	61.13	141.61	OK

(Fuente: Elaboración propia)

b) Control de Fisuras

**Tabla 36.**

Control de fisuras de muros en X - 1º piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MX1	1.38	0.23	18.1547	20.528	96.95	1.00	3.14	16.11	CAMBIAR
MX2	1.28	0.23	7.8275	12.706	96.95	0.79	4.59	12.31	CAMBIAR
MX3	4.19	0.23	52.1972	101.599	96.95	1.00	17.61	50.76	CAMBIAR
MX4	1.89	0.23	5.56045	17.247	96.95	0.61	6.36	14.30	OK
MX5	5.35	0.23	20.0893	82.534	96.95	1.00	18.62	63.93	OK

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 37.**

Control de fisuras de muros X-2 piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MX1	1.38	0.23	18.15	20.53	96.95	1.00	3.14	16.11	CAMBIAR
MX2	1.28	0.23	7.83	12.71	96.95	0.79	4.59	12.31	CAMBIAR
MX3	4.19	0.23	52.20	101.60	96.95	1.00	17.61	50.76	CAMBIAR
MX4	1.89	0.23	5.56	17.25	96.95	0.61	6.36	14.30	OK
MX5	5.35	0.23	20.09	82.53	96.95	1.00	18.62	63.93	OK

(Fuente: Elaboración propia)



**Tabla 38.**

Control de fisuras de muros en Y – 2º piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MY1	21.05	0.125	20.60	88.02	96.95	1	45.97	138.12	OK
MY2	3	0.125	1.81	3.07	96.95	1	7.05	19.80	OK
MY3	3.43	0.125	1.90	4.67	96.95	1	4.24	21.76	OK
MY4	3	0.125	2.14	2.50	96.95	1	5.52	19.45	OK
MY5	2.75	0.125	1.56	2.44	96.95	1	3.40	17.45	OK
MY6	21.05	0.125	21.27	85.84	96.95	1	40.30	136.82	OK

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 39.**

Control de fisuras de muros X-3 piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MX1	1.38	0.23	18.155	20.528	96.950	1.000	1.571	15.747	CAMBIAR
MX2	1.28	0.23	7.828	12.706	96.950	0.789	2.273	11.776	CAMBIAR
MX3	4.19	0.23	52.197	101.599	96.950	1.000	8.688	48.714	CAMBIAR
MX4	1.89	0.23	5.560	17.247	96.950	0.609	3.152	13.565	OK
MX5	5.35	0.23	20.089	82.534	96.950	1.000	9.217	61.768	OK

(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 40.**

Control de fisuras de muros en Y – 3º piso

MURO	L ( m)	T (m)	Ve	Me (Ton.m)	V''m (Ton/m2)	Alfa	Pg= PD+ 0.25*PI	Vm	Ve<0.55Vm
MY1	21.05	0.125	20.60	88.02	96.95	1	22.70	132.77	OK
MY2	3	0.125	1.81	3.07	96.95	1	7.05	19.80	OK
MY3	3.43	0.125	1.90	4.67	96.95	1	4.24	21.76	OK
MY4	3	0.125	2.14	2.50	96.95	1	5.52	19.45	OK
MY5	2.75	0.125	1.56	2.44	96.95	1	3.40	17.45	OK
MY6	21.05	0.125	21.27	85.84	96.95	1	40.30	136.82	OK

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.3.14 Verificación a confinamiento

**Tabla 41.**

*Verificación a confinamiento de muros en X - 1º piso*

Muro	L (m)	T (m)	I (m)	Y (m)	A (m)	Pu (ton)	Me (ton.m)	Mu=1.25 Me	$\Sigma u$ (ton/m <sup>2</sup> )	0.3 *F' m	Condición
MX1	1.38	0.23	0.050	0.69	0.32	5.96	41.06	51.32	721. 78	282	CONFINAR
MX2	1.28	0.23	0.040	0.64	0.29	9.61	25.41	31.76	538. 41	282	CONFINAR
MX3	4.19	0.23	1.410	2.095	0.96	37.69	203.2	254.00	416. 53	282	CONFINAR
MX4	1.89	0.23	0.129	0.945	0.43	13.17	34.49	43.12	345. 17	282	CONFINAR
MX5	5.35	0.23	2.935	2.675	1.23	38.75	165.07	206.34	219. 55	282	NO CONFINAR

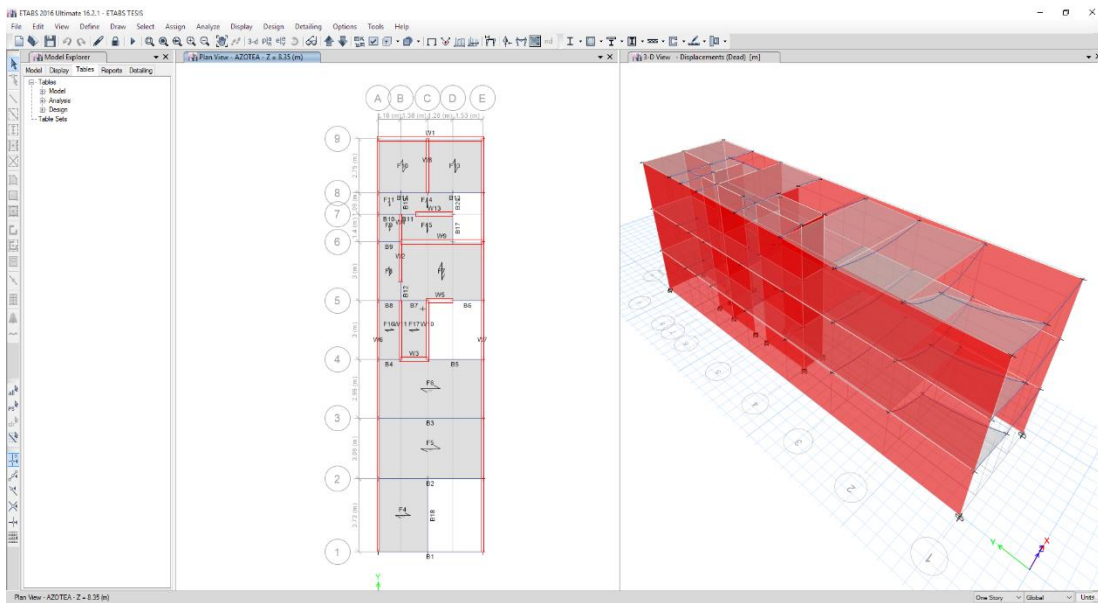
(Fuente: Elaboración propia)

**Tabla 42.**

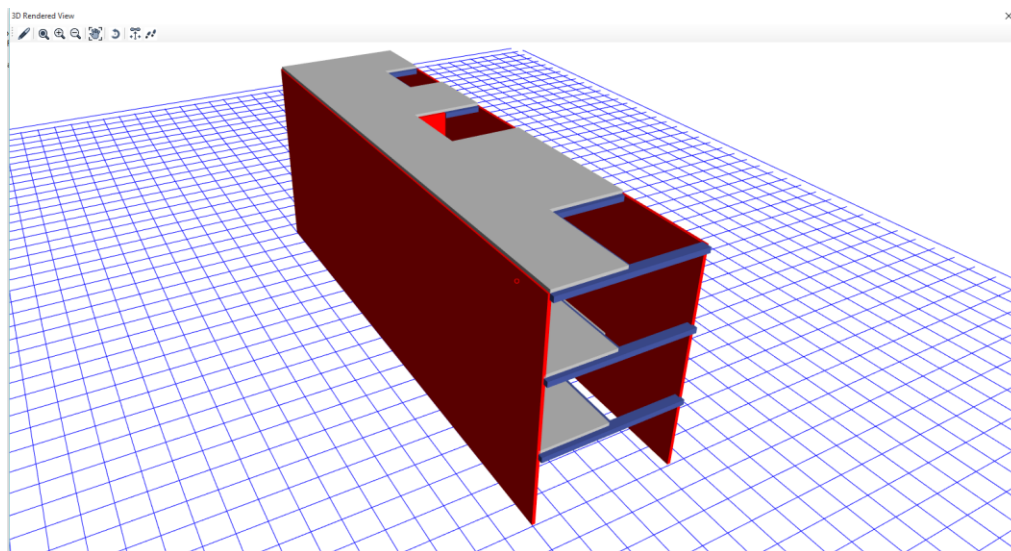
*Verificación a confinamiento de muros en Y - 1º piso*

Muro	L (m)	T (m)	I (m)	Y (m)	A (m)	Pu (ton)	Me (ton.m)	Mu=1.25 Me	$\Sigma u$ (ton/m <sup>2</sup> )	0.3*F'm	Condicion
MY1	21.05	0.125	97.159	10.525	2.63	69.715	176.045	220. 06	50.33	282	NO CONFINAR
MY2	3	0.125	0.281	1.5	0.38	10.6845	6.1447	7.68	69.46	282	NO CONFINAR
MY3	3.43	0.125	0.42	1.715	0.43	6.44411	9.3402	11.6 8	62.66	282	NO CONFINAR
MY4	3	0.125	0.281	1.5	0.38	8.379	4.9951	6.24	55.64	282	NO CONFINAR
MY5	2.75	0.125	0.217	1.375	0.34	5.16656	4.8788	6.1	53.74	282	NO CONFINAR
MY6	21.05	0.125	97.159	10.525	2.63	61.1328	171.688	214. 61	46.48	282	NO CONFINAR

(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 29.** Vista en planta y en 3d (Fuente: Etabs 2016)



**Figura 30.** Vista en 3D de la vivienda (Fuente: Etabs 2016)

## **V. DISCUSIÓN**

Luego de la obtención de los resultados, se hizo una comparación con otro trabajo de investigación similar al que se ha desarrollado y se pudo corroborar que existe una similitud con lo que aluden Benigno Erick y Gamarra Stiven en el año 2018 en su tesis titulada: “Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho” en la cual el objetivo principal fue el de evaluar una vivienda de albañilería confinada con el único fin de poder hacer frente a la vulnerabilidad sísmica y también proponer un método para poder reforzar a la vivienda estudiada.

En esta investigación se obtuvo que la vivienda analizada presenta daños en algunos muros, las cuales se deben a una mala configuración estructural y distribución de muros, y a la poca o nula supervisión por parte de un ingeniero civil durante la construcción, esto guarda concordancia con lo que concluyen los autores Benigno Erick y Gamarra Stiven, ya que mencionan que la vivienda que fue estudiada presenta fallas en los muros de albañilería debido al uso incorrecto de los ladrillos y a una inadecuada repartición de muros en los ejes de la vivienda.

Los resultados de ambas investigaciones tienen resultados semejantes, los cuales conducen a que se necesita aplicar un método de reforzamiento en los muros de la vivienda para así poder contrarrestar los daños o evitarlos en el mejor de los casos ante un sismo.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se pudo conocer los desplazamientos máximos que presenta la vivienda analizada mediante la evaluación realizada usando el programa Etabs 2016 con el análisis modal espectral.

Se determinó la fuerza cortante dinámica en el eje X la cual tuvo un valor de 158.14 Tn.

Se determinó la fuerza cortante dinámica en el eje Y la cual tuvo un valor de 94.0087 Tn.

Se obtuvo la deriva inelástica en X-X la cual tiene un valor de 0.0103338 y según lo establecido en la Norma E.030 del RNE no cumple con los límites permisibles.

El valor obtenido de la excentricidad entre los centros de masa y rigidez sobre pasa el límite permitido de 0.05.

Luego de realizar la evaluación estructural a la vivienda escogida, se concluye que algunos muros tales como el MX1, MX2, MX3 necesitan de reforzamiento con el propósito de darle una mayor capacidad de carga.

Actualmente existen diversos métodos para reforzar viviendas en nuestro país, sin embargo, para este caso es recomendable el uso de mallas electrosoldadas por la practicidad de su ejecución, por el costo y porque la situación lo amerita.

Las viviendas de albañilería confinada son económicas y seguras si se diseñan y construyen adecuadamente.

Una mala configuración estructural y una mala calidad de mano de obra y materiales conllevan a que las viviendas sufran daños significativos y sean vulnerables contra los sismos.

Las estructuras cuyo elemento absorbente de fuerzas sísmicas son los muros de albañilería al no tener una simetría en distribución en planta genera grandes

excentricidades lo cual daría una alta torsión a la estructura lo que nos llevaría a una cortante basal amplificada por las irregularidades torsionales siendo en este caso catalogada como extrema y asumiendo combinaciones que amplifican dichos esfuerzos nos llevaría a altas solicitaciones de densidad de muros para compensar dichas demandas.

El ladrillo Cerro Azul contiene propiedades físico-mecánicas las cuales para saber la magnitud de sus valores se realizaron ensayos de laboratorio la cual uno de ellos fue el ensayo de compresión diagonal de murete lo que nos dio un  $V_m(\text{promedio})=12\text{kg/cm}^2$  clasificándolo en un ladrillo industrial superando en creces lo mínimo indicado en la norma concluyendo que el ladrillo tiene una excelente resistencia al corte más su resistencia a la compresión axial jugaría un rol importante en el diseño de los muros de albañilería ya que según la normativa la resistencia al corte diagonal no será mayor que la raíz cuadrada de la compresión axial siendo de todos modos catalogado como un ladrillo industrial.

Las fallas en los muros MX1, MX2, MX3 son debido a las amplificaciones generadas por la irregularidad torsional a pesar de tener una resistencia cortante diagonal ideal.



## **VII. RECOMENDACIONES**

Para que las construcciones sean seguras, los propietarios deben contratar el asesoramiento de un profesional adecuado para la elaboración de los planos.

Es recomendable usar materiales de buena calidad, así como también, es importante conocer su procedencia y sus propiedades físicas y mecánicas, ya que de estos depende la calidad final de las construcciones.

Es indispensable contratar a mano de obra calificada y con experiencia para la construcción, esto reduciría considerablemente que se presenten fallas y daños a futuro.

Se recomienda a la municipalidad distrital incluir dentro de sus metas un plan de asesoramiento profesional, con la finalidad de reducir las construcciones informales y a la vez generar que las personas tomen conciencia y con esto se tengan viviendas menos vulnerables ante sismos.

Se recomienda trabajar con estructuras simétricas y/o con un balance en masas y rigideces que no generen irregularidades en planta y/o altura tal es ejemplo la configuración estructural de la vivienda estudiada.

## REFERENCIAS

ACI 562. (2014). Nueva Norma para la Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto. Lima – Perú.

Alarcón Galindo, H. D. (2017). Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo Concepción - 2016. Huancayo - Perú: Universidad Peruana Los Andes.

Aranzábal, W., & Arroyo, J. L. (2015). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismorresistente del Hospital Casimiro Ulloa empleando la Norma E. 030-2014. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.

Belizario Pacompia, C. F. (2017). Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Benigno E. & Gamarra S. (2018). Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho. Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Borja & Torres. (2015). Diseño del reforzamiento estructural de un edificio de departamentos de 4 plantas en el sector Quitumbe, Ciudad de Quito, Provincia de Pichincha. Quito - Ecuador.

Gallegos & Casabonne. (2005). Albañilería estructural. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.

Harsem, T. (2005). Diseño de estructuras de concreto armado. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ponte Vega, G. C. (2017). Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia - Lima 2017. Lima - Perú:

Universidad Cesar Vallejo.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2020). E.030 y E.070.

San Bartolome & Quiun. (2014). Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento de viviendas de adobe. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

San Bartolome; Quiun y Siva. (2011). Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vásquez Lara, J. (2017). Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes de Florida Baja y Florida Alta. Chimbote - Perú: Universidad Nacional de Santa.

Aguiar, R. (2016). Análisis sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con disipadores de energía Shear Link Bozzo. Ciencia, 18(2).

American Institute of steel construction (AISC) (2005). Steel construction manual (13th edition). Estados Unidos.

American Institute of steel construction (AISC) (2006). Steel construction manual (14th edition). Estados Unidos

Blanco, A. (1991). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil, Lima.

Bocanegra, F. (1999). Bases Metodológicas de la Investigación Científica, Editorial Publicencia, Trujillo. 140p.

Boza, Z. y Galán, D. (2013). Diseño de un edificio aporticado con disipadores en arreglo Chevron. (Tesis). Lima: PUCP

Bozzo, L. y Barbat, A. (2000). Diseño Sismorresistente de Edificios – Técnicas Convencionales y Avanzadas, Editorial Reverté, Barcelona. 150

Chopra, A. (2014). Dinámica de Estructuras (Cuarta Edición), Pearson Educación, México.

Díaz, M. (2014). Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos (Tesis). Trujillo: UPAO.

Federal Emergency Management Agency FEMA (2015) Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings – NEHRP. FEMA273 - 274. Washington, D.C.

Harmsen, T. (2005) Diseño de estructuras de concreto armado. (Cuarta Edición). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Hwang, J. (2002) Seismic Design of Structures with Viscous Dampers. Taiwan.

Morales, L. y Contreras, J. (2012). Protección de una edificación existente con disipadores de energía. (Tesis). Lima: PUCP.

Morales, R. (2002). Diseño en Concreto Armado. Instituto de la Construcción y Gerencia. ICG.

Muñoz, A. (2009). Ingeniería Sismorresistente, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Oviedo, R. (2008). Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras. (Tesis de Maestría). Lima: UNI.

Paz, M. (1992). Dinámica Estructural, Editorial Reverté. Barcelona

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores).




### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo , JEAN PIERE MACEDO MEZA, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial Cañete, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul-Cañete". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 06-03-2021

Macedo Meza, Jean Piere	
DNI: 76630503	Firma 
ORCID: 0000-0002-7847-7066	





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


## Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo , ENRIQUE GONZALO VEGA SALAS, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial Cañete, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul-Cañete". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 06-03-2021

Vega Salas, Enrique Gonzalo	
DNI: 77131494	Firma 
ORCID: 0000-0001-8085-1320	

## Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor).

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 06-03-2021 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Dr. Roger Alberto Príncipe Reyes, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul-Cañete" de los estudiantes:

Macedo Meza, Jean Piere

Vega Salas, Enrique Gonzalo

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 06-03-21

Firma

Dr. Roger Alberto Príncipe Reyes

DNI: 02805945

Elabora Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Viceministerio de Investigación

**Anexo 3.** “Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul - Cañete”.

**Tabla 43.**


*Matriz de consistencia*

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima?	Evaluar el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima. Así mismo, realizar las recomendaciones pertinentes a los usuarios para poder reforzar su vivienda.	El comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima no cumple con los parámetros establecidos en las normas E030 Diseño sismorresistente y E070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones y presenta fallas por: poca densidad de muros, centro de masa y rigidez, errores constructivos y poco o nulo asesoramiento de parte de un profesional calificado o personal técnico.	Variable independiente: Comportamiento estructural.	D1: Evaluación de daños	Registro Clasificación	<b>Tipo de investigación:</b> <b>cuantitativa-explicativa</b> Hernandez & Fernandez & Baptista (2014, p.4) indican que el enfoque cuantitativo es consecutivo, cada fase anuncia con anticipación a la siguiente, no se puede evitar o saltar pasos. <b>Diseño: No experimental</b> Hernández & Fernandez & Baptista (2014, p. 152) indican que el diseño no experimental se podría entender como la indagación ejecutada sin maniobrar o manipular intencionadamente variables. En este tipo de análisis no se modifica de forma deliberada las variables independientes para observar su consecuencia en las otras variables. <b>Población:</b> diez viviendas de albañilería confinada de más de tres niveles <b>Muestra:</b> una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles <b>Muestreo:</b> no probabilístico, por lo cual, la muestra fue elegida a conveniencia. <b>Técnicas:</b> encuesta, observación directa, mediciones convencionales <b>Instrumentos:</b> ficha de encuesta, ficha técnica de recopilación de datos, ficha de replanteo de vivienda, esclerómetro, winchas, ensayos de laboratorio.
				D2: Fallas generadas por sismo	Falla por flexión Falla por corte Falla por flexo-compresión	
				D3: Reforzamiento	Mallas electrosoldadas Pletinas metálicas Fibras de carbono Mallas de polipropileno	
			Variable dependiente: Vivienda de albañilería confinada.	D1: Componentes de la albañilería confinada	Unidad de albañilería Mortero Concreto  Acero de refuerzo	
				D2: Configuración estructural	Comportamiento estructural Simetría estructural	

(Fuente: Elaboración propia)

**Anexo 4.** Fichas de encuesta y fichas técnica de recopilación de datos de cada vivienda.

**FICHA DE ENCUESTA**



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 01      Ficha N°: 01      Fecha: 09/01/2021  
Dirección: Prol. Comercio 1764 lote 03  
Familia: GONZALEZ MARIN      N° de habitantes: 04

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?  
Maestro de obra ( ☒ ) Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )  
Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?  
Si ( ☒ ) No ( )

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?  
Si ( ☒ ) No ( )

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?  
1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ☒ ) entre 5 y 10 años ( ) entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )  
Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?  
No presenta ( ☒ ) Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
Describir:


6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?  
Ladrillos macizos ( ) Ladrillos KK 18 huecos ( ☒ ) Ladrillos pandereta ( )  
Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?  
Desconozco ( ) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ☒ ) Artesanales ( )  
Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?  
Si ( ) No ( ☒ )  
Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?  
Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
Desconozco ( ☒ )

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma: 

Nombres y apellidos: Magaly A. Gonzalez Marin  
N° DNI: 08097687

FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior (X)

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 (X) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.50 m Longitud: 24.00 m.

Conservación de la vivienda: Buena (X) Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos (X) Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta (X) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

LA CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA ES BUENA A SIMPLE VISTA, SIN EMBARGO, EN LOS VANDOS (VENTANAS) PODRÍA GENERARSE FALLAS POR COLUMNA CORTA.

3- Fotografía de la vivienda:





## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 02      Ficha N°: 02      Fecha: 09/01/2021  
 Dirección: Calle Las Hortenizas N° 4 - LT 14 - Cerro Azul  
 Familia: MARCIAL VICENTE      N° de habitantes: 05

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ☒ Albañil ☐ Conocimientos propios ☐ Ingeniero civil ☐ Arquitecto ☐ No ☐

Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ☐ No ☒

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ☒ No ☐

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ☐ entre 1 y 5 años ☒ entre 5 y 10 años ☐ entre 10 y 15 años ☐ entre 15 y 20 años ☐

Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta ☒ Daños leves ☐ Daños moderados ☐ Daños graves ☐

Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ☐ Ladrillos KK 18 huecos ☒ Ladrillos pandereta ☐

Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco ☐ Industriales de marca conocida ☒ Industriales de marca desconocida ☐ Artesanales ☐

Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ☐ No ☒

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ☐ Pletinas metálicas ☐ Fibras de carbono ☐ Mallas de polipropileno ☐

Desconozco ☒

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: ANTONOLY MARCIAL VICENTE

N° DNI: 70350264

FICHA TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior ☒

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ☒ 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 6.00 m. Longitud: 15.00 m.

Conservación de la vivienda: Buena ☒ Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ☒ Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ☒ Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

LA VIVIENDA PRESENTA ACEROS EXPUESTOS EN LA AZULETA, DEBIDO A LA DESCONTINUIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN.

3- Fotografía de la vivienda:



## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 03      Ficha N°: 03      Fecha: 09/01/2021  
 Dirección: CALLE LOS GERANIOS MZ. H LOTE 1-B - CERRO AZUL  
 Familia: ALVAREZ QUISEPÉ      N° de habitantes: 04

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil (X) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )

Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ( ) No (X)

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ( ) No (X)

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años (X) entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )

Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta (X) Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )

Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos (X) Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )

Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco (X) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )

Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ( ) No (X)

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )

Desconozco (X)

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: JANETH KATHIA ALVAREZ OBELLANA

N° DNI: 41313559



## FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

### 1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior (X)

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 (X) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.10 m Longitud: 5.00 m.

Conservación de la vivienda: Buena (X) Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos (X) Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ( ) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de

ladrillo hueco (X) Descontinuidad de muros ( ) otros:

### 2- Observaciones:

se pudo constatar que los muros portantes la mayor parte de la vivienda, a partir del segundo piso eran de ladrillo hueco (pendiente).

### 3- Fotografía de la vivienda:



FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 04      Ficha N°: 04      Fecha: 09/01/2021  
 Dirección: CALLE LOS GERANIOS H2 'H' Lote 16.  
 Familia: VALDIVIA PAREDES      N° de habitantes: 12

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ☒ Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )  
 Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Si ( ) No ☒

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Si ( ) No ☒

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años ( ) entre 10 y 15 años ☒ entre 15 y 20 años ( )  
 Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta ☒ Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
 Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ☒ Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )  
 Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco ☒ Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )  
 Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Si ( ) No ☒

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
 Desconozco ☒

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: ADAN TOMAS AUGUSTO VALDIVIA PAREDES  
 N° DNI: 1536 5108

#### FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

##### 1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ☒ Interior ( )

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ☒ 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.00 m/ Longitud: 17.30 m/

Conservación de la vivienda: Buena ☒ Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ☒ Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ☒ Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

##### 2- Observaciones:

Los muros portantes de la vivienda (bordes) son de ladrillo macizo antiguo, hasta el tercer nivel.

##### 3- Fotografía de la vivienda:



## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 05      Ficha N°: 05      Fecha: 09/01/2021  
 Dirección: CALLE LOS GERANIOS H2 "L" Lote 6-C  
 Familia: URIA CALDERON      N° de habitantes: 03

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto (X) No ( )  
 Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Si ( ) No (X)

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Si (X) No ( )

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años (X) entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )  
 Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta (X) Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
 Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ( ) Ladrillos KK 18 huecos (X) Ladrillos pandereta ( )  
 Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco (X) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )  
 Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Si ( ) No (X)

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
 Desconozco (X)

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: DORIS SOLEDAD URIA CALDERON  
 N° DNI: 15364139

FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior (X)

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.18 m Longitud: 8.20 m

Conservación de la vivienda: Buena (X) Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos (X) Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ( ) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco (X) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

La vivienda fue construida con planos a partir del 2do piso.

3- Fotografía de la vivienda:





## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 06

Ficha N°: 06

Fecha: 09/01/2021

Dirección: Calle Los Geranios MZ. "L" Lote 6-A.

Familia: URIA CALDERON.

N° de habitantes: 06

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil (X) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )

Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ( ) No (X)

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ( ) No (X)

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años ( ) entre 10 y 15 años (X) entre 15 y 20 años ( )

Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta (X) Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )

Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos (X) Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )

Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco (X) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )

Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ( ) No (X)

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )

Desconozco (X)

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: ROSA ISABEL URIA CALDERON

N° DNI: 15364001

FICHA TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior (X)

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.10 m. Longitud: 8.20 m.

Conservación de la vivienda: Buena (X) Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ( ) Aceros corroídos (X) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ( ) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco (X) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

A PARTIR DEL SEGUNDO PISO LA VIVIENDA PRESENTA MUROS PORTANTES DE LADRILLO HUECO.

3- Fotografía de la vivienda:



## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 07

Ficha N°: 07

Fecha: 09/01/2021

Dirección: Calle Los GERANIOS M2. "L" Lote 6-B

Familia: CALDERON URIA

N° de habitantes: 04

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil (X) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )  
Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ( ) No (X)

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ( ) No (X)

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años (X) entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )  
Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta (X) Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos (X) Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )  
Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco (X) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )  
Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ( ) No (X)

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
Desconozco (X)

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: EVELYN MILAGROS CALDERON URIA

N° DNI: 42038266



FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior (X)

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 4.95 m ( ) Longitud: 8.20 m ( )

Conservación de la vivienda: Buena (X) Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ( ) Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros (X)

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ( ) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada (X) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

SE PUDO OBSERVAR HUMEDAD EN LOS MUROS DEL INGRESO, QUE SE PUEDE DEBER A UNA MALA PROTECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

3- Fotografía de la vivienda:



## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 08

Ficha N°: 08

Fecha: 09/01/2021

Dirección: CALLE PAZ SOLMAN NO 172

Familia: DE LOS SANTOS COLLAGUA

N° de habitantes: 06

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ☒ Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ( ) No ( )

Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Si ( ) No ☒

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Si ( ) No ☒

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años ☒ entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )

Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta ☒ Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )

Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ☒ Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )

Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco ( ) Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ☒

Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Si ( ) No ☒

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ☒ Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )

Desconozco ( )

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: MELISSA ARACELY OLIVERA CHACON

N° DNI: 71 74 16 73

#### FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

##### 1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ☒ Interior ( )

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ☒ 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 4.10 m Longitud: 8.80 m

Conservación de la vivienda: Buena ☒ Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ☒ Aceros corroidos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ( ) Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ☒ Descontinuidad de muros ( ) otros:

##### 2- Observaciones:

LA VIVIENDA PRESENTA VOLADIZOS tanto en el ancho como en el largo, lo cual puede generar que el primer piso sea más débil que los superiores.

##### 3- Fotografía de la vivienda:



## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 09 Ficha N°: 09

Fecha: 09/01/2021

Dirección: Av. Comercio N° 263  
Familia: Dolores BUSTOZA

N° de habitantes: 02

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ( ) Arquitecto ☒ No ( )  
Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ☒ No ( )

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ☒ No ( )

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ( ) entre 5 y 10 años ( ) entre 10 y 15 años ☒ entre 15 y 20 años ( )  
Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta ☒ Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ☒ Ladrillos KK 18 huecos ( ) Ladrillos pandereta ( )  
Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco ☒ Industriales de marca conocida ( ) Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )  
Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ( ) No ☒

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
Desconozco ☒

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: MAURO ALEXANDER CAMACHO LOPEZ  
N° DNI: 70506726

FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior ☒

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 5.75 m Longitud: 44.00 m

Conservación de la vivienda: Buena ☒ Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ( ) Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ☒

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ☒ Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:

El LIDADOR DE LA VIVIENDA MANIFIESTA QUE HAY HUMEDAD EN ALGUNOS MUROS INTERNOS, ESTO POSIBLEMENTE SE DEBE A QUE LA VIVIENDA SE ENCUENTRA CERCA A UNA ZONA DE PLAYA.

3- Fotografía de la vivienda:





## FICHA DE ENCUESTA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

Vivienda N°: 10      Ficha N°: 10  
 Dirección: CALA PAZ SOLDAN N° 236.  
 Familia: Chumpi Flores (ARA).

Fecha: 09/01/2021  
 N° de habitantes: 01

Marque con una X la opción(es) que corresponda

1- ¿Recibió usted asesoría técnica para construir su vivienda?

Maestro de obra ( ) Albañil ( ) Conocimientos propios ( ) Ingeniero civil ☒ Arquitecto ( ) No ( )  
 Otro (especificar):

2- ¿Obtuvo usted licencia de construcción para construir su vivienda?

Sí ☒ No ( )

3- ¿Su vivienda fue construida con planos?

Sí ☒ No ( )

4- ¿Qué tiempo de antigüedad tiene su vivienda?

1 o menos años ( ) entre 1 y 5 años ☒ entre 5 y 10 años ( ) entre 10 y 15 años ( ) entre 15 y 20 años ( )  
 Otro (especificar):

5- ¿Su vivienda presenta daños estructurales por sismo?

No presenta ☒ Daños leves ( ) Daños moderados ( ) Daños graves ( )  
 Describir:

6- ¿Qué tipo de ladrillo emplearon para la construcción de los muros?

Ladrillos macizos ( ) Ladrillos KK 18 huecos ☒ Ladrillos pandereta ( )  
 Otro (especificar):

7- ¿Qué procedencia tienen los ladrillos que emplearon para la construcción de los muros?

Desconozco ( ) Industriales de marca conocida ☒ Industriales de marca desconocida ( ) Artesanales ( )  
 Otro (especificar):

8- ¿Ha reforzado usted los muros de albañilería de su vivienda?

Sí ( ) No ☒

Describir:

9- ¿Conoce usted algunos de estos métodos de reforzamiento de muros de albañilería?

Mallas electrosoldadas ( ) Pletinas metálicas ( ) Fibras de carbono ( ) Mallas de polipropileno ( )  
 Desconozco ☒

Conformidad de la persona entrevistada:

Firma:

Nombres y apellidos: BERTHA IRMA Chumpi Flores

N° DNI: 1544 1438

FICHA TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

1- Datos técnicos de la vivienda: (sección del entrevistador)

Ubicación: Esquina ( ) Interior ☒

Número de pisos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ☒ 4 ( ) 5 o + ( )

Dimensiones: Ancho: 4.60 m Longitud: 13.10 m

Conservación de la vivienda: Buena ☒ Regular ( ) Mala ( ) Muy mala ( )

Factores degradantes: Aceros expuestos ☒ Aceros corroídos ( ) Eflorescencia ( ) Humedad en muros ( )

Muros agrietados ( ) Otros:

Estructuración: Columna corta ☒ Cercos no aislados ( ) Tabiquería no arriostrada ( ) Muros portantes de ladrillo hueco ( ) Descontinuidad de muros ( ) otros:

2- Observaciones:


LA VIVIENDA AÚN ESTÁ A NIVEL DE CASCO HABITABLE,  
COMO SE AGREGA, EN LOS VAMOS PUEDEN SURGIR FALLOS POR COLUMNA CORTA.

3- Fotografía de la vivienda:



## Anexo 5. Ficha de replanteo.

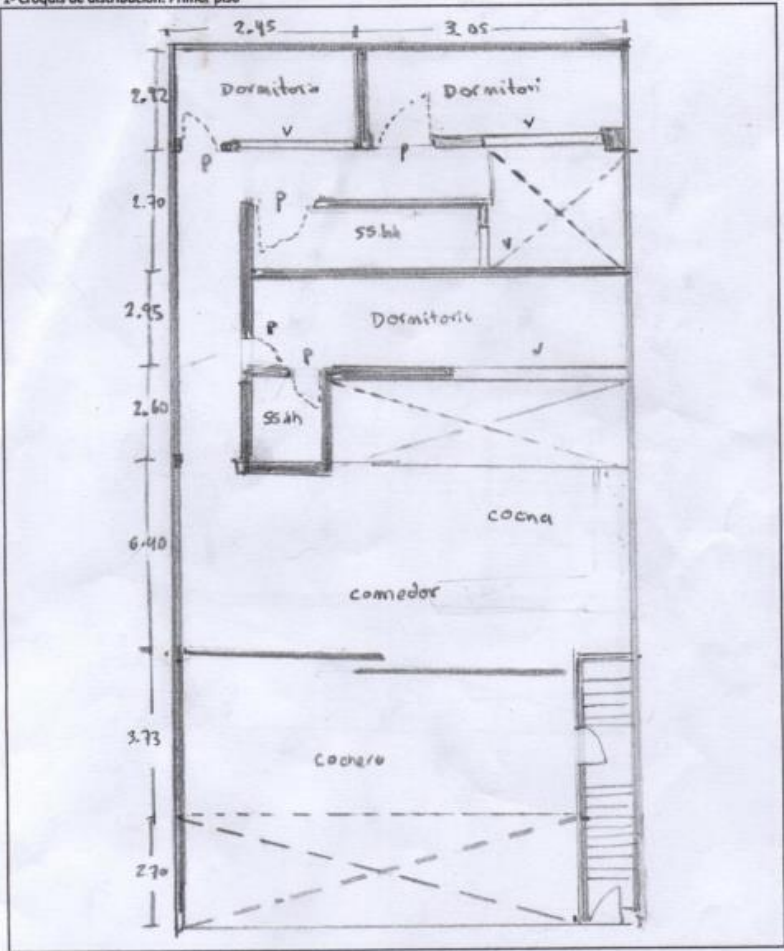
FICHA DE REPLANTEO DE VIVIENDA



"Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada de más de tres niveles utilizando unidades de albañilería fabricadas en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento Lima".

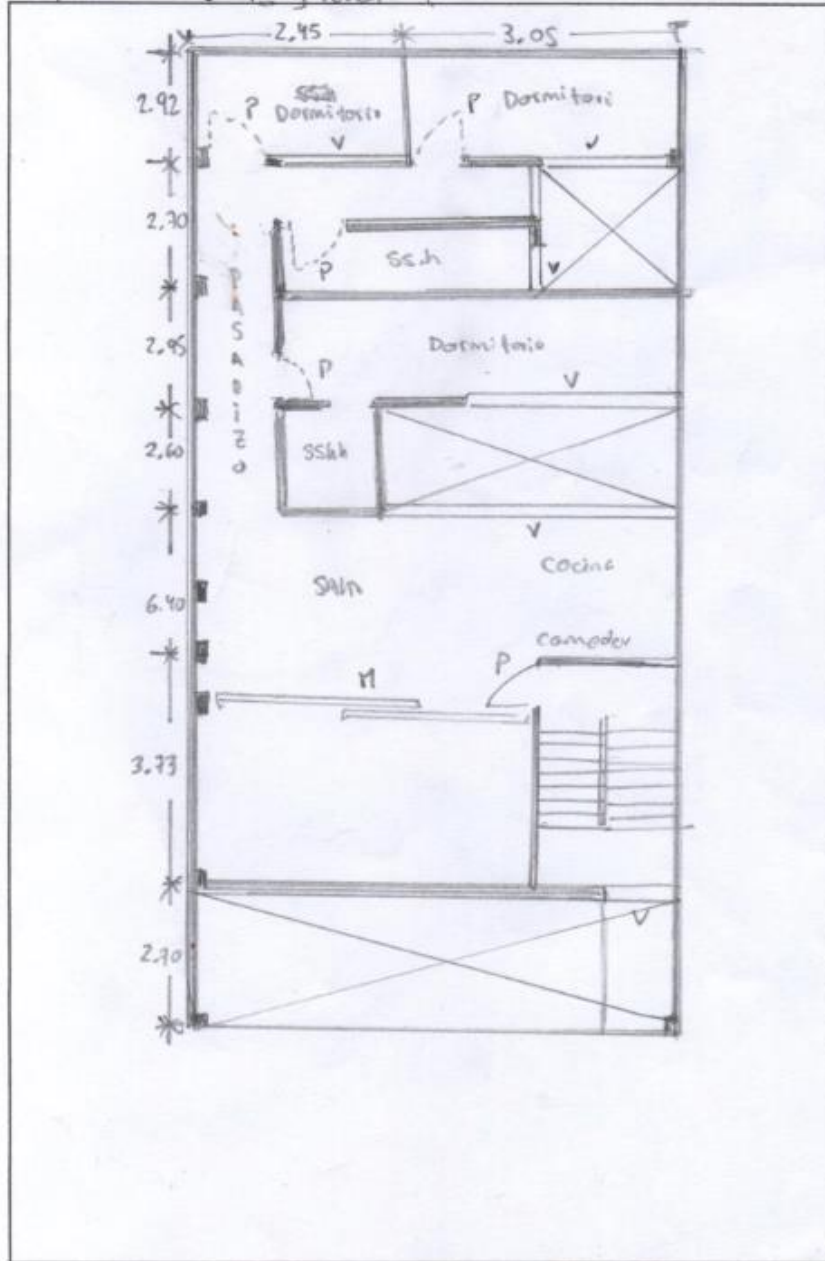
Vivienda N°: 01    Ficha N°: 01    Fecha: 09/01/2021  
Dirección: Prolong. Comercio N° 8 y Lote N° 3  
Familia: GRANDEZ MARIN    N° de habitantes: 04

1- Croquis de distribución: Primer piso





2- Croquis de distribución: Segundo piso y tercer piso



Altura primer piso: 2.60  
Altura segundo piso: 2.60  
Altura tercer piso: 2.60  
Altura en azotea:

Altura segundo piso: 2.60

Altura tercer piso: 2.60

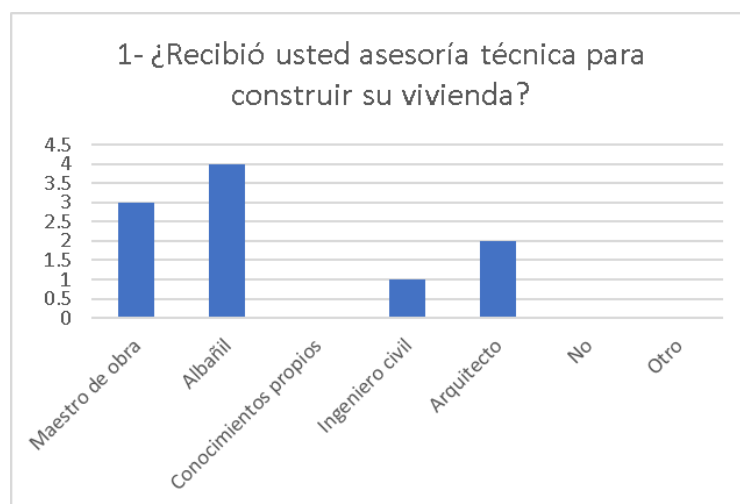
Altura en azotea:

**Alcornoque en gelatina.**

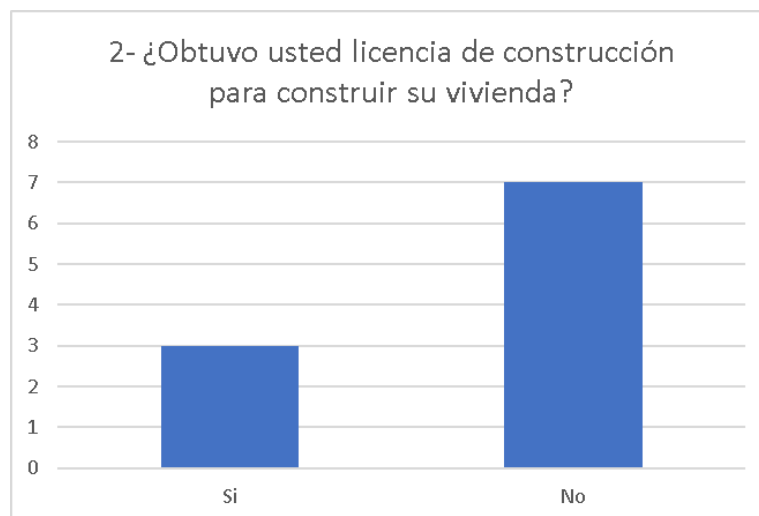
#### 6- Rebote obtenido mediante esclerómetro

[illegible]

## Anexo 6. Cuadros estadísticos.



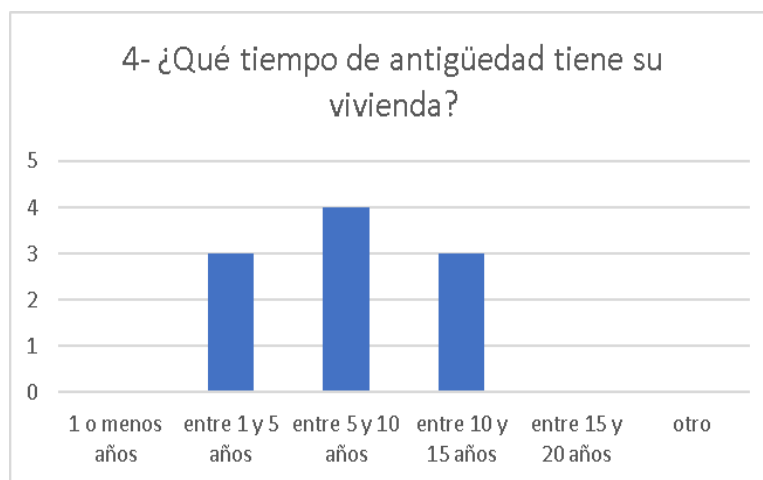
**Figura N°31:** Estadística interrogante N°01 (Fuente: Elaboración propia)



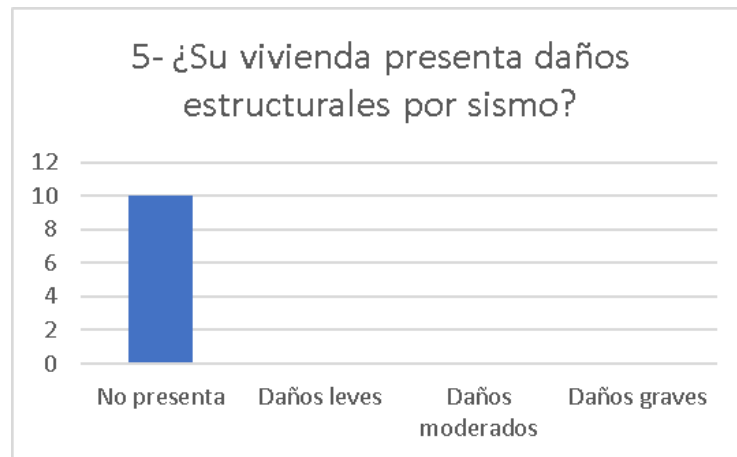
**Figura N°32:** Estadística interrogante N°02 (Fuente: Elaboración propia)



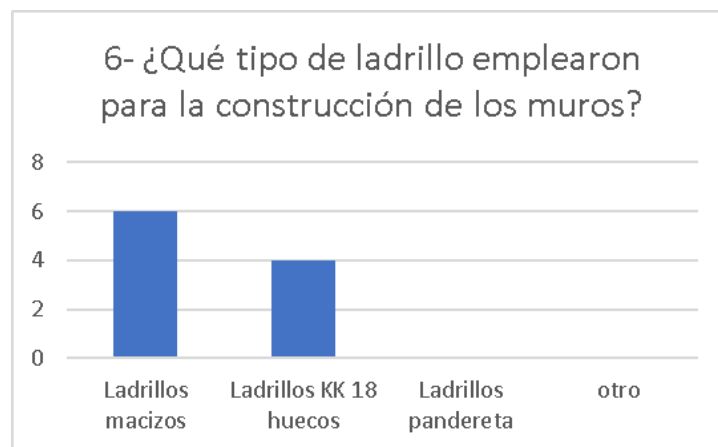
**Figura N°33:** Estadística interrogante N°03 (Fuente: Elaboración propia)



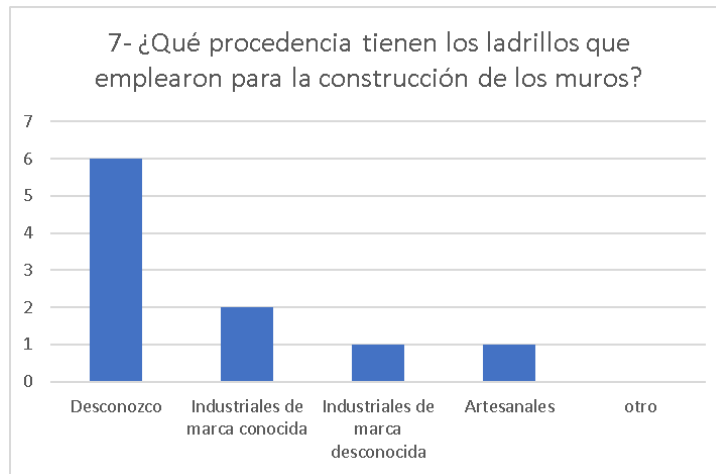
**Figura N°34:** Estadística interrogante N°04 (Fuente: Elaboración propia)



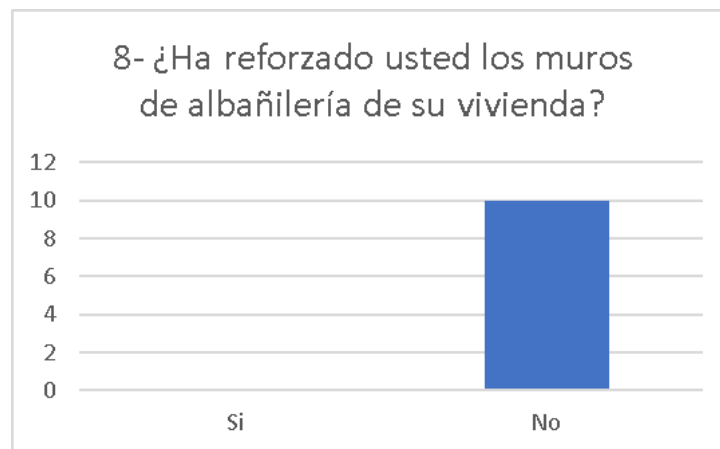
**Figura N°35:** Estadística interrogante N°05 (Fuente: Elaboración propia)



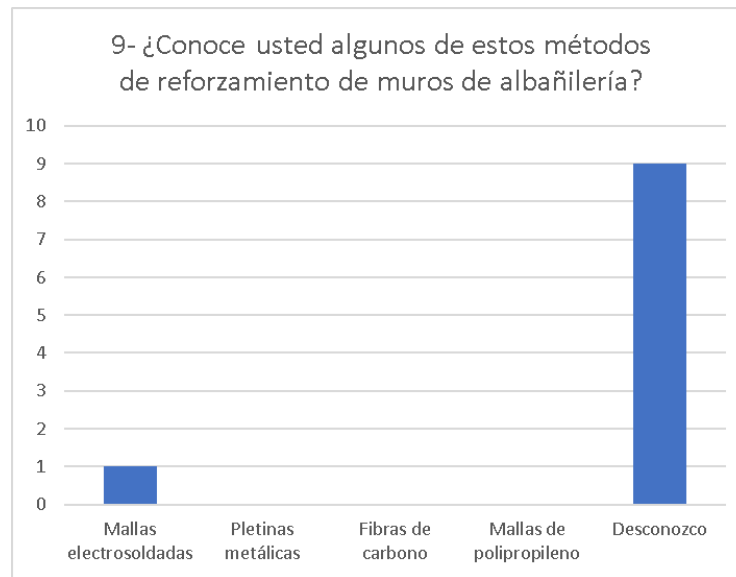
**Figura N°36:** Estadística interrogante N°06 (Fuente: Elaboración propia)



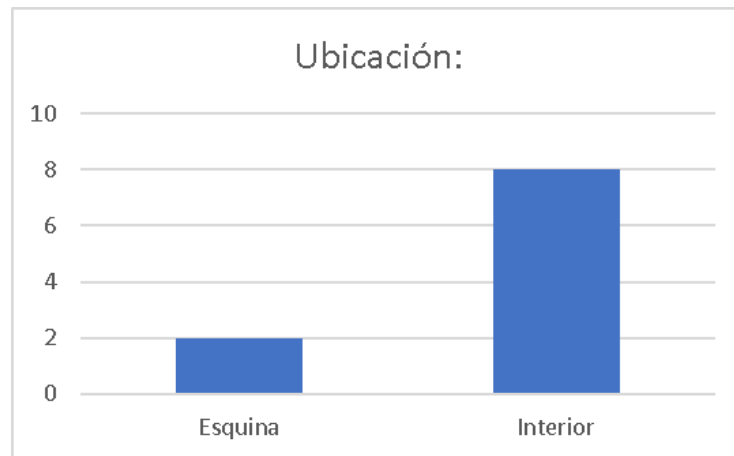
**Figura N°37:** Estadística interrogante N°07 (Fuente: Elaboración propia)



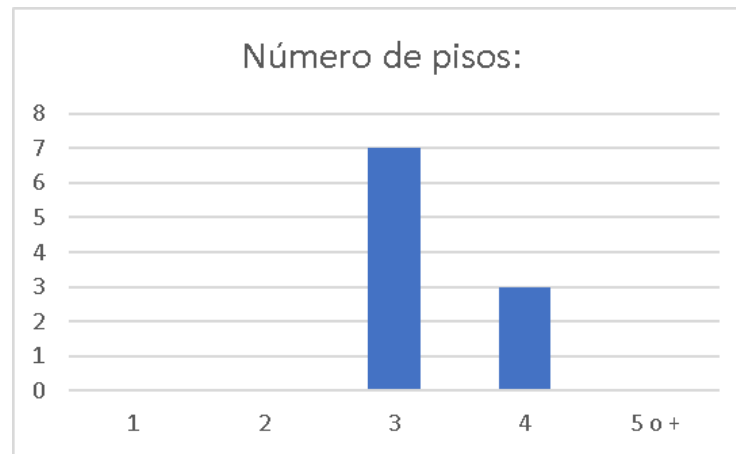
**Figura N°38:** Estadística interrogante N°08 (Fuente: Elaboración propia)



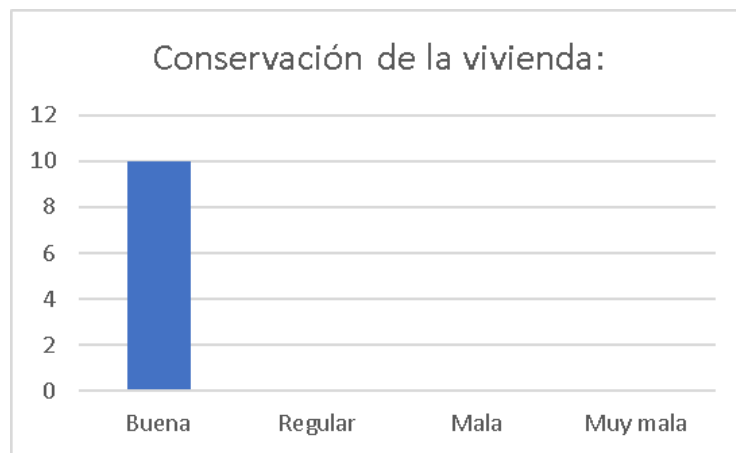
**Figura N°39:** Estadística interrogante N°09 (Fuente: Elaboración propia)



**Figura N°40:** Estadística de ubicación (Fuente: Elaboración propia)

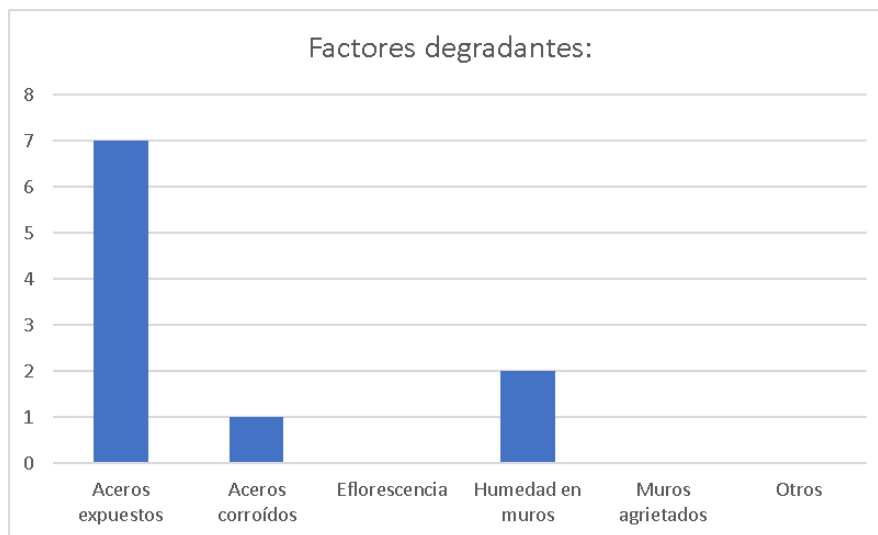


**Figura N°41:** Estadística de número de piso (Fuente: Elaboración propia)

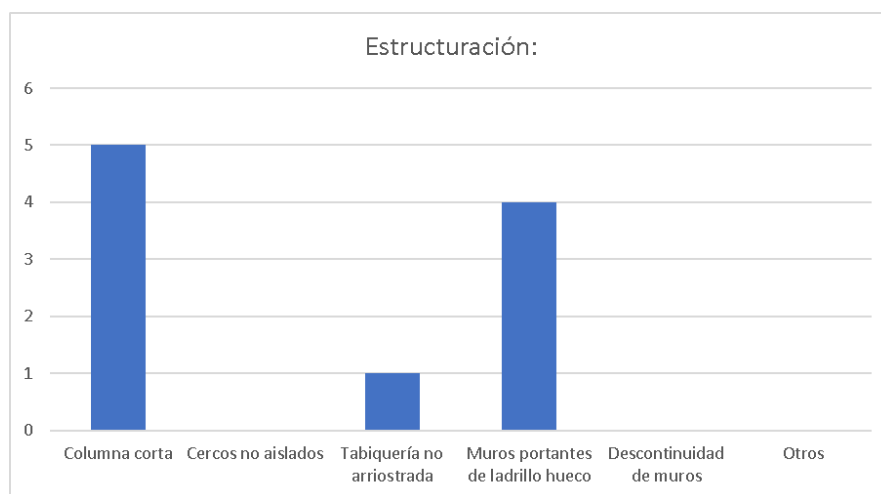


**Figura N°42:** Estadística de conservación de la vivienda (Fuente: Elaboración propia)





**Figura N°43:** Estadística de factores degradantes (Fuente: Elaboración propia)



**Figura N°44:** Estadística de estructuración (Fuente: Elaboración propia)

## Anexo 7. Fotografías.



**Figura N°45:** Ensayo de rebote (Fuente: Elaboración propia)



**Figura N°46:** Rebote obtenido por esclerómetro (Fuente: Elaboración propia)

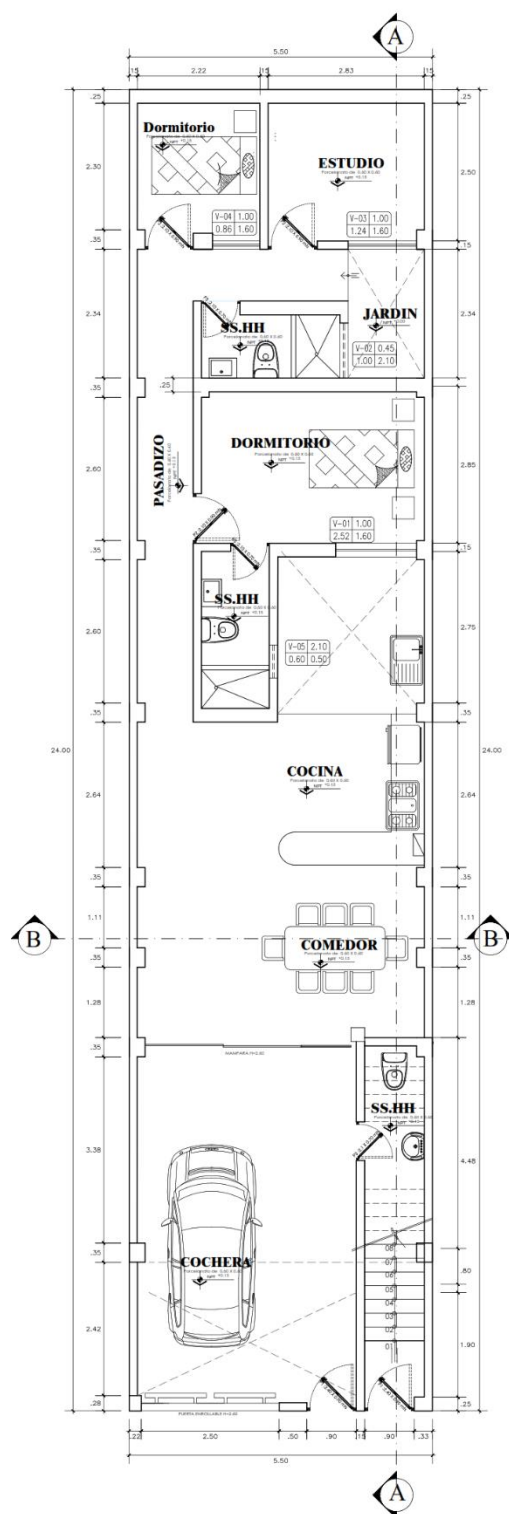


**Figura N°47:** Replanteo de vivienda (Fuente: Elaboración propia)

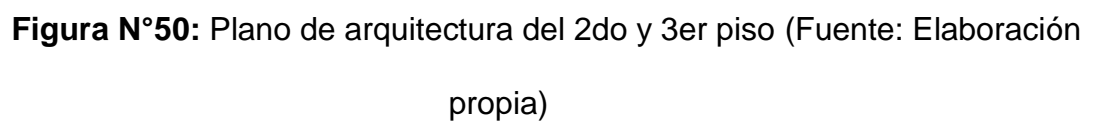


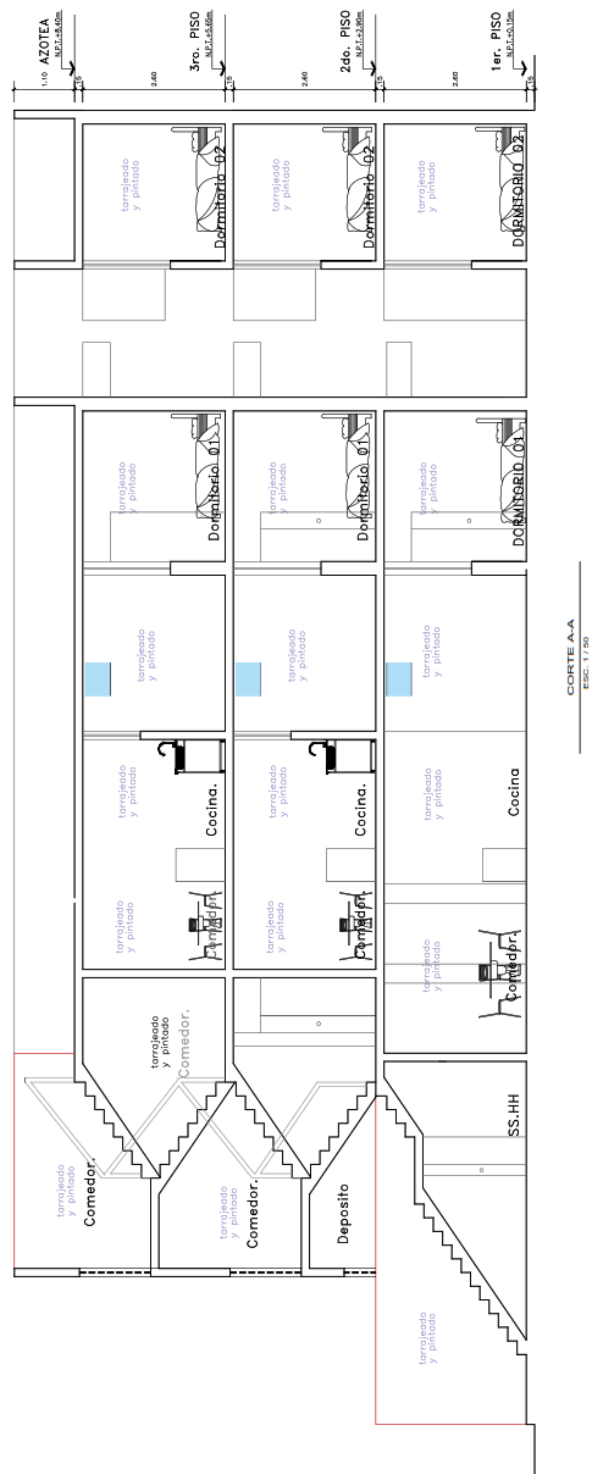
**Figura N°48:** Ladrillo empleado en vivienda (Fuente: Elaboración propia)

## Anexo 8. Planos.

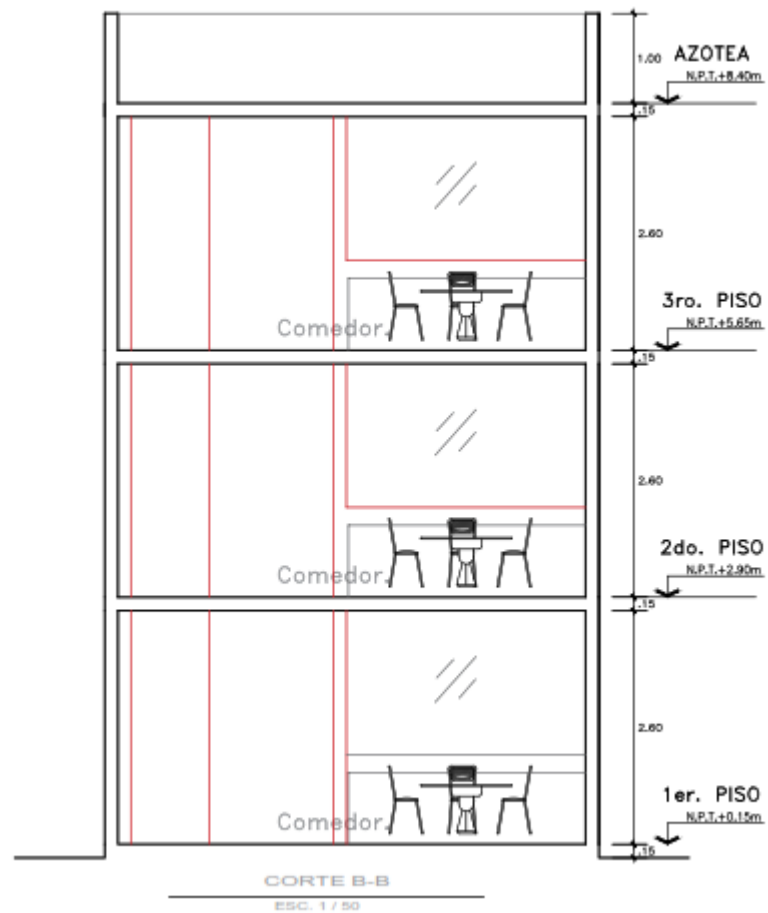


**Figura N°49:** Plano de arquitectura del 1er piso (Fuente: Elaboración propia)

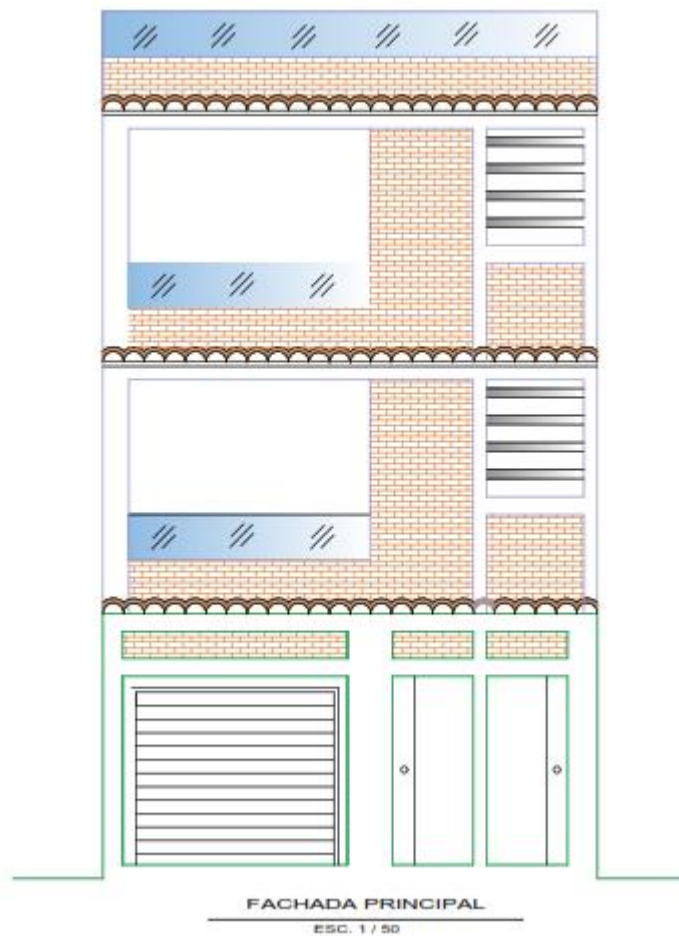




**Figura N°51:** Plano de corte A-A (Fuente: Elaboración propia)



**Figura N°52:** Plano de corte B-B (Fuente: Elaboración propia)



**Figura N°53:** Plano de elevación (Fuente: Elaboración propia)



## Anexo 9. Ensayos de laboratorio.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

#### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CAÑETE  
Ubicación : CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 18-3656  
Recibo N° : 62569  
Fecha de emisión : 26/10/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillo de arcilla cocida KK 18 huecos, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca ESTÁNDAR.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK  
Certificado de calibración: LFP-274-2018
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo, 24 de Octubre del 2018

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(kg)	(Newton)	(kg/cm²)	(MPa)
M - 1	225.0	128.0	93.0	28800	42518	417102	160.5	16.0
M - 2	228.0	128.0	92.0	29184	45429	435658	169.2	16.9
M - 3	223.0	128.0	93.0	28544	40112	393499	152.8	15.3
M - 4	226.0	128.0	93.0	28928	45467	446031	170.8	17.1
M - 5	224.0	128.0	93.0	28672	41014	402347	155.5	15.5
PROMEDIO =							161.7	16.2

\* Resistencia a la compresión corregida por el coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades, indicado en el Anexo A de la NTP 399.613

- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CAÑETE  
Ubicación : CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 18-3666  
Recibo N° : 62569  
Fecha de emisión : 29/10/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillo de arcilla cocida KK 18 huecos, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca ESTÁNDAR.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 16 de Octubre del 2018

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
M - 1	14.6
M - 2	14.2
M - 3	14.5
M - 4	14.5
M - 5	14.4
Promedio	14.4

#### 4.0. OBSERVACIONES :

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M  
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



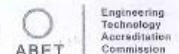


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Correría de Ingeniería Civil Asociada por



### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CONTROL DE CALIDAD  
Ubicación : COMUNIDAD CAMPESINA CERRO AZUL PARCELA B1 - CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 19-1327  
Recibo N° : 65124  
Fecha de emisión : 17/04/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong estándar de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca CERRO AZUL.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK  
Certificado de calibración: LFP-274-2018
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo, 16 de Abril del 2019

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* (Kg/cm²)	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(kg)	(Newton)	(kg/cm²)	(MPa)
M - 1	225.0	126.0	92.0	28350	51891	509051	199.0	19.9
M - 2	227.0	126.0	93.0	28602	52094	511042	198.0	19.8
M - 3	226.0	127.0	94.0	28702	56932	558503	215.6	21.6
M - 4	226.0	126.0	93.0	28476	57479	563869	219.4	21.9
M - 5	227.0	126.0	94.0	28602	52920	519145	201.1	20.1
PROMEDIO =							206.6	20.7

\* Resistencia a la compresión corregida por el coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades, indicado en el Anexo A de la NTP 399.613

f' b (Resistencia promedio) = 206.6 (kg/cm²)  
Desviación Estandar = 10.1 (kg/cm²)  
f' b c (resistencia característica) = 196.5 (kg/cm²)  
CV (Coeficiente de variación) = 4.9 (%)

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CONTROL DE CALIDAD  
Ubicación : COMUNIDAD CAMPESINA CERRO AZUL PARCELA B1 - CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 19-1327  
Recibo N° : 65124  
Fecha de emisión : 16/04/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong estándar de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca CERRO AZUL.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 12 de Abril del 2019

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
M - 1	11.5
M - 2	11.8
M - 3	11.6
M - 4	12.1
M - 5	11.7
Promedio	11.7

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M  
Técnico : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



### INFORME

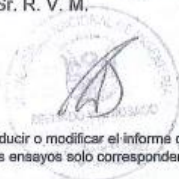
Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CONTROL DE CALIDAD  
Ubicación : COMUNIDAD CAMPESINA CERRO AZUL PARCELA B1 - CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 19-1327  
Recibo N° : 65124  
Fecha de emisión : 16/04/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong estándar de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca CERRO AZUL.
- 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-04.
- 3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 11 de Abril del 2019

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L - 1	225.0	126.0	92.0
L - 2	224.0	125.0	91.5
L - 3	224.0	125.5	92.0
L - 4	225.5	127.0	93.0
L - 5	226.0	127.0	91.5
L - 6	224.0	127.0	92.0
L - 7	223.5	125.5	93.0
L - 8	224.0	125.0	92.5
L - 9	224.0	125.0	92.0
L - 10	226.0	126.5	92.5
PROMEDIO	224.6	126.0	92.2

- 4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Correa de Ingeniería Civil Asociada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

## INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CONTROL DE CALIDAD  
Ubicación : COMUNIDAD CAMPESINA CERRO AZUL PARCELA B1 - CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 19-1327  
Recibo N° : 65124  
Fecha de emisión : 16/04/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong estándar de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca CERRO AZUL.

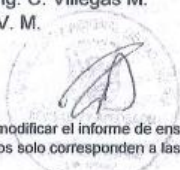
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 11 de Abril del 2019

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L - 1	1
L - 2	1
L - 3	1
L - 4	0
L - 5	1
L - 6	1
L - 7	1
L - 8	2
L - 9	1
L - 10	0

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (a) del laboratorio

### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Based on Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : LADRILLERA CERRO AZUL SAC  
Obra : CONTROL DE CALIDAD  
Ubicación : COMUNIDAD CAMPESINA CERRO AZUL PARCELA B1 - CAÑETE  
Asunto : Ensayo de Eflorescencia en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 19-1327  
Recibo N° : 65124  
Fecha de emisión : 17/04/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong estándar de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca CERRO AZUL.



2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-03.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 17 de Abril del 2019

MUESTRA	OBSERVACIÓN
L - 1	No eflorescente
L - 2	No eflorescente
L - 3	No eflorescente
L - 4	No eflorescente
L - 5	No eflorescente

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante..

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales  
**A** : MACEDO MEZA JEAN PIERE Y ENRIQUE GONZALO VEGA SALAS  
**Obra** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE MÁS DE TRES NIVELES UTILIZANDO UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS EN EL DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA"

**Ubicación** : DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Porcentaje de Vacíos en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 20-2135  
**Recibo N°** : 71542  
**Fecha de emisión** : 11/01/2021

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos King Kong 18 huecos, STANDARD con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, proporcionados por el solicitante, marca CERRO AZUL.

**2.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-06.

**3.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo, el 11 de Enero del 2021

MUESTRA	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)
L - 1	48.3
L - 2	47.6
L - 3	46.7
L - 4	47.7
L - 5	48.0
L - 6	47.9
L - 7	47.9
L - 8	48.4
L - 9	48.3
L - 10	48.4

**4.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico(s)** : Ing. I. Moromi N.



MSc. Ing. Isabel Meromi Nakata  
Jefe (e) del Laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : MACEDO MEZA JEAN PIERE Y ENRIQUE GONZALO VEGA  
Obra : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE MÁS DE TRES NIVELES UTILIZANDO UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS EN EL DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA CAÑETE, DEPARTAMENTO LIMA"  
Ubicación : DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO LIMA  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 20-2135-2  
Recibo N° : 71542  
Fecha de emisión : 20/01/2020

1.0. DE LA PILAS : Pilas elaboradas en el L.E.M., con los ladrillos king kong de 18 huecos STANDARD de arcilla cocida proporcionados e identificados por el solicitante, marca CERRO AZUL.

Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de:

Cemento	Arena
1	4

Espesor del mortero junta vertical y horizontal: 1.5 cm.

Los materiales que componen el mortero son: cemento Andino Ultra y arena gruesa marca K.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-046-2020

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

### 4.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1: Pila	05/01/2021	19/01/2021	22.3	12.7	40.5	283.2	24100	1.09	92.00	Separación del frente superficial
M - 1 - 2: Pila	05/01/2021	19/01/2021	22.2	12.5	41.1	277.5	23800	1.10	94.00	Separación del frente superficial
M - 1 - 3: Pila	05/01/2021	19/01/2021	22.3	12.7	41.5	283.2	24400	1.09	94.00	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G./C.G./R.V.

MSc. Isabel Moroni Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

### NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : MACEDO MEZA JEAN PIERE Y ENRIQUE GONZALO VEGA SALAS  
**Obra** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE MÁS DE TRES NIVELES UTILIZANDO UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS EN EL DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA CAÑETE, DEPARTAMENTO LIMA"  
**Ubicación** : DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA CAÑETE, DEPARTAMENTO LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 20-2135-3  
**Recibo N°** : 71542  
**Fecha de emisión** : 28/01/2021

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos King Kong 18 huecos, STANDARD con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, proporcionados por el solicitante, marca CERRO AZUL.  
Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero de 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 27.8 °C H.R. = 64.7 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración: CMC-046-2020  
Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

### 5.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 - 1 : Murete	28/01/2021	58.0	61.0	12.4	737.8	12100	11.6
M - 1 - 2 : Murete	28/01/2021	58.0	60.0	12.5	737.5	12600	12.1
M - 1 - 3 : Murete	28/01/2021	58.3	60.0	12.4	733.5	12800	12.3

Compresión Diagonal Promedio (kg/cm²) = 12.0

Desviación Estándar (kg/cm²) = 0.38

Coefficiente de Variación (%) = 3.1

Resistencia compresión promedio del mortero = 210 (kg/cm²)

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R.V.M./C.G./E.G.

### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

